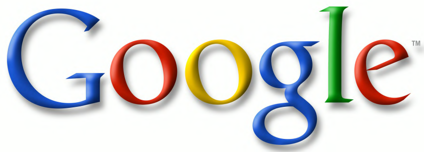




IL NUOVO CIMENTO

ANNO VI.





IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

DIRETTORI

C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENEGHINI

COLLABORATORI

S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI
P. E P. SAVI, Q. SELLA. C. STUDIATI.

COLLABORATORE E REVISORE

A. FORTI

Tomo XI.

1860

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI

SULLA FORZA ELETTRO-MOTRICE SECONDARIA DEI NERVI E DI ALTRI TESSUTI ORGANICI; MEMORIA DI C. MATTEUCCI.

L' oggetto di questa Memoria è la descrizione del modo di prodursi e delle particolarità di un fenomeno sviluppato nei nervi dal passaggio della corrente elettrica. Questo fenomeno, come lo vedremo, non può dirsi elettro-fisiologico, perchè si produce anche quando il nervo ha perduta ogni eccitabilità; è però importante per l'elettro-fisiologia perchè s'intravede facilmente la parte che può avere nella spiegazione degli effetti fisiologici dell'elettricità.

Tutte le esperienze che saranno descritte in questa Memoria richiedono un galvanometro a filo sottile e molto lungo. Io ho usato un galvanometro costruito da Ruhmkorff di cui il filo fa 24000 giri: ritengo però che le esperienze principali debbano riescire, benchè meno distinte, anche con un galvanometro di 2 a 3000 giri.

I capi del mio galvanometro comunicano per mezzo di bicchierini pieni di mercurio con due lastre di zinco puro e amalgamato; ognuna di queste lastre pesca in una soluzione satura di solfato di zinco neutro insieme al solito cuscinetto, di flanella o di carta. In alcune esperienze invece di lastre di zinco ho usato lamine di platino immerse in una soluzione molto diluita di sal marino coi soliti cuscinetti imbevuti dello stesso liquido. Finalmente

sopprimendo affatto cuscini e liquido, ho usato spesso per estremità del galvanometro due fili di platino, i quali erano stati ben lavati e riscaldati a rosso colla fiamma dell'alcole. La corrente elettrica usata in queste esperienze era prodotta da una pila di piccoli elementi, zinco, carbone, acqua di fonte. Le estremità della pila pescavano in due pozzetti di mercurio, nei quali erano immersi due fili di platino fissati sopra un piede di vetro in modo da lasciare un intervallo di 15 o 20 millimetri fra loro.

L'esperienza principale consiste nel prendere un nervo qualunque sopra un animale qualunque; quasi sempre ho operato sul nervo sciatico o sul crurale di coniglio, di agnello, di pollo e di rana. Il tratto di nervo che adopero è lungo da 30 a 60 o 70 millimetri. Questo nervo, preso come si ha dall'animale o semplicemente asciugato con carta da feltro, oppure lavato nell'acqua distillata e poi asciugato, è posato sugli elettrodi di platino della pila in modo da rimanere dall'una parte e dall'altra un lungo tratto di nervo non percorso dalla corrente. Chiudo il circuito della pila e dopo un intervallo di tempo più o meno lungo, cioè da 2 secondi a 2 minuti primi e più, fo cessare il passaggio della corrente. Allora il nervo è posato sopra un pezzo di lamina di gutta-percha e portato in contatto dei cuscini o dei fili di platino del galvanometro. Si sà che facendo questa esperienza sopra un nervo che ha ancora dell'eccitabilità, non si ha alcun segno di corrente, a meno che una delle estremità del galvanometro non tocchi la sezione trasversa o in prossimità di questa sezione e l'altra estremità la superficie del nervo verso il mezzo: toccando due punti della superficie press'a poco equidistanti dal mezzo di un filamento nervoso alquanto lungo, non si ha mai alcun segno di corrente.

Non è più così allorchè il nervo è stato prima traversato dalla corrente elettrica; il nervo dà allora dei segni fortissimi di corrente elettrica, diversa per l'intensità e per la direzione nei diversi punti del nervo stesso. La definizione del fenomeno è la seguente: toccando colle estremità del galvanometro i punti del nervo che comunicavano cogli elettrodi della pila o punti intermedii, si ha una corrente che persiste e che è diretta nel nervo in senso contrario alla corrente della pila che vi è stata trasmessa

prima: toccando ora l'uno ora l'altro punto del nervo che era in contatto o prossimo all'elettrode della pila e un altro punto della superficie del nervo verso l'estremità libera, si hanno pure delle correnti, che nei due casi sono egualmente dirette nel nervo cioè nel senso stesso della corrente della pila. Le intensità di queste tre correnti sono molto diverse; la più forte è la corrente opposta a quella della pila, che si ottiene nel tratto intermedio fra i punti che furono in contatto degli elettrodi: la corrente fra i punti stati prossimi all'elettrode negativo e l'estremità libera del nervo è costantemente e almeno quattro o cinque volte, maggiore della corrente ottenuta fra i punti stati prossimi all'elettrode positivo e l'estremità corrispondente del nervo.

Sia *abcd* il pezzo del nervo sciatico che era posato sugli elettrodi della pila coi punti *b*, *c*. Cessata la corrente si provi a chiudere il circuito del galvanometro col tratto *ba* poi col tratto *bc* e finalmente col tratto *cd*. Come già dissi, col tratto *bc* si ha la corrente più forte che è opposta alla corrente della pila: i tratti *ba* e *cd* danno correnti nello stesso senso della corrente della pila, ma la corrente di *ba* è molto più forte che la corrente *cd*.

Riporteremo alcuni numeri ottenuti riferendoci per brevità alla figura, avendo cura d'interporre in ogni esperienza un tratto di nervo di eguale lunghezza. Col nervo sciatico di una rana usando la pila di otto piccoli elementi e facendo passar la corrente per 1', si hanno immediatamente dopo i risultati seguenti:

Corrente	*bc*	45°
id.	*ab*	10°
id.	*cd*	4°.

Nervo sciatico d'agnello colla pila di otto elementi e facendo passar la corrente per 30":

Corrente	*bc*	72°
id.	*ab*	37°
id.	*cd*	4°.

Da un nervo sciatico di coniglio e nelle stesse condizioni precedenti ho ottenuto:

Corrente	*bc*	70 a 80°
id.	*ab*	35
id.	*cd*	10.

Finalmente riferirò i numeri di un'esperienza nella quale invece di usare i soliti cuscini imbevuti di una soluzione salina per comporre le estremità del galvanometro, usavo due fili di platino che erano stati puliti e riscaldati colla fiamma e che erano depolarizzati dopo ogni esperienza riscaldandoli al rosso colla fiamma dell'alcole. La corrente della pila traversò per due minuti un nervo sciatico di pollo, e dopo trovai,

la corrente	*bc*	25°.
id.	*ab*	15
id.	*cd*	6.

In altre esperienze simili fatte sopra nervi sciatici d'agnello facendo durare il passaggio della corrente di 8 elementi per 2' ho ottenuto i risultati seguenti:

Corrente	*bc*	tutto il quadrante
id.	*ab*	38°
id.	*cd*	21°.

Variando queste esperienze ho costantemente notato che l'intensità della corrente di uno di quei tratti del nervo diminuiva, se l'esperienza era stata tentata prima sopra gli altri tratti del nervo. Questa diminuzione non era già una conseguenza del tempo trascorso dopo il passaggio della corrente, imperocchè anche lasciando passare molti minuti prima di toccare il nervo colle estremità del galvanometro, si trova che è piccolissima la differenza dalla corrente ottenuta provando subito dopo cessata la corrente della pila.

Risultati simili e che credo inutile di riprodurre, furono ottenuti sul nervo sciatico e sul crurale dell'uomo e sopra gli stessi nervi di vitello e di bue.

Il fatto è dunque generale e si produce sempre colle stesse particolarità. Un nervo, una volta che è stato percorso da una corrente, prende e conserva un tal potere elettro-motore che stabilendo un circuito omogeneo fra i punti che comunicavano cogli elettrodi della pila, si ottiene una corrente che circola nel nervo in senso opposto a quella della pila: anche fra ognuno dei punti toccati da uno degli elettrodi e i punti prossimi del nervo dove la corrente non è passata, si ha pure collo stesso arco una corrente che è nel tratto nervoso nel senso stesso della corrente della pila, essendo fra i punti che furono in contatto dell'elettrode negativo e i punti che chiameremo neutri, molto più forte che fra i punti che toccarono l'elettrode positivo e i punti neutri corrispondenti.

Cominceremo dal notare la sola eccezione che si verifica in questa definizione del fenomeno da noi studiato e che si presenta usando una corrente molto forte, dei nervi grossi, come quelli dell'uomo o del bue o prolungando per molto tempo il passaggio della corrente: questa eccezione non si verifica mai su' nervi di rana o di pollo, nè sugli altri nervi anche un poco più grossi, usando correnti deboli e toccando i punti precisi che furono in contatto degli elettrodi. La eccezione consiste nel mancare affatto la corrente fra i punti toccati dall'elettrode positivo e i punti neutri corrispondenti o nell'essersi questa corrente invertita, cioè ridotta in senso opposto alla corrente della pila come nel tratto intermedio fra i punti del nervo toccato dai due elettrodi.

L'esperienza riesce benissimo sul nervo intatto ed operando sull'animale vivo. Ho fatta più volte l'esperienza sullo sciatico del pollo e del coniglio e operando egualmente nelle stesse condizioni sullo sciatico intatto di una delle coscie e sullo sciatico tagliato dell'altra coscia, non ho trovata differenza d'intensità nelle correnti.

L'esperienza riesce pure sopra nervi presi sopra animali uccisi da venti a trent'ore, o che sono stati presi sull'animale vivo e conservati per questo tempo sotto una campana nell'aria umida. Le correnti sono un poco più deboli, ma non vi è mai alcuna differenza nel senso e nella intensità relativa delle correnti da quello che si è detto di sopra e che dipende dal-

l'essere il nervo tolto dall'animale da un tempo più o meno lungo.

Le circostanze che tendono a distruggere la proprietà da noi studiata nel nervo sono, l'immersione prolungata nell'acqua, la compressione forte del nervo e il riscaldamento.

L'esperienza riesce anche avendo una forte legatura nel mezzo del nervo fra gli elettrodi, oppure tagliando il nervo nello stesso punto e sovrapponendo i pezzi dopo il taglio.

Era importante di studiare la durata della proprietà sviluppata nel nervo dal passaggio della corrente. Ecco i numeri di una esperienza eseguita sul nervo brachiale di un coniglio traversato per due minuti dalla corrente di 8 elementi.

La corrente ottenuta fra i punti che erano toccati dagli elettrodi fece da primo deviare l'ago per impulso di tutto il quadrante. Lasciando chiuso il circuito, l'ago dopo 2' era fissato a 35°; dopo altri 9' segnava 25°; dopo 44' segnava 3°; e dopo 2 ore l'ago era ancora deviato di 2°.

Ho provato sullo stesso nervo a far passare successivamente e per i punti stessi ora in un senso ora in senso opposto la stessa corrente ed ho verificato che gli effetti ottenuti dopo quei passaggi, che ogni volta s'invertivano, erano sempre maggiori per la corrente che aveva agito per la prima sul nervo.

Non ho riscontrato differenza alcuna facendo passare la corrente ora nel senso della ramificazione del nervo ora in senso contrario.

La lavatura del nervo dopo essere stato assoggettato alla corrente, indebolisce l'intensità della corrente secondaria. In una esperienza due pezzi dello stesso nervo sciatico di coniglio erano stati assoggettati alla stessa corrente per lo stesso tempo; dopo di che uno di essi fu lavato più volte nell'acqua prima di essere sperimentato al galvanometro e l'altro immediatamente portato al galvanometro. Dal primo si ebbe una corrente nel solito tratto *bc* opposta alla corrente della pila e di 30°: il nervo non lavato dava una corrente di 70 a 80°.

La strizzatura e la compressione del nervo dopo il passaggio della corrente producono un indebolimento anche più forte della lavatura: in una esperienza la corrente solita di 70 a 80° non fu che di 12°. in un nervo compresso e strizzato dopo il

passaggio della corrente. Ho voluto studiare qual era l'influenza dell'intensità della corrente e della durata del suo passaggio sulla forza elettro-motrice secondaria sviluppata nel nervo. Quanto alla forza della corrente, che per brevità chiamerò primitiva, ho riconosciuto che crescendo il numero delle pile o la loro forza elettro-motrice, presto si giungeva ad un limite, oltre il quale cessava di crescere la forza elettro-motrice secondaria. Passando da due a otto dei piccoli elementi che ho descritto, la forza elettro-motrice secondaria sviluppata in un dato nervo cresce: ma seguitando a crescere il numero di questi elementi, oppure sostituendo loro degli elementi di Grove l'effetto ottenuto è appena un poco più grande. Per esperimentare sull'influenza della durata del passaggio della corrente primitiva, ho diviso un nervo sciatico di agnello in quattro pezzi d'egual lunghezza ed ognuno di questi è stato per diverso tempo assoggettato alla corrente della solita pila. Le correnti secondarie ottenute nel tratto traversato furono le seguenti:

dopo 10"	. . . . . .	corrente	30°
30"	. . . . . .	id.	35°
1'	. . . . . .	id.	57°
2'	. . . . . .	id.	70°.

Mi sono assicurato più volte che anche il passaggio di una corrente di due dei piccoli elementi e per due soli secondi bastava per ottenere delle correnti secondarie sensibili.

Allorchè si opera sopra nervi grossi come quelli di agnello, di bue, di uomo, si riscontra che le correnti secondarie più forti si ottengono toccando colle estremità dei cuscinetti o coi fili di platino del galvanometro i punti del nervo che sono stati direttamente in contatto degli elettrodi della pila: non è così coi nervi sottili di rana o di pollo essendo però sempre tanto più forti le correnti, quanto più i contatti delle estremità del galvanometro sono prossimi ai punti del nervo che toccarono gli elettrodi della pila.

Credo importante di riferire un'esperienza fatta sul nervo sciatico di un coniglio, nella quale avevo lasciato un tratto pendente al di là dell'elettrode negativo, lungo tratto che

per conseguenza non era percorso dalla corrente. Dopo due secondi di azione della solita corrente, ho provato a toccare quel lungo tratto in due o tre porzioni di egual lunghezza e sempre più lontane dai punti toccati dall'elettrode negativo. Il risultato mostrò che le diverse correnti secondarie così ottenute, tutte nel senso stesso della corrente della pila, diminuivano sempre d'intensità a misura che cresceva la distanza dai punti toccati dall'elettrode: infatti, presso questi punti la corrente fu di 22°, ad una distanza maggiore di 10 a 12°, e di 2 o 3° ad una distanza anche maggiore. Noteremo che nel fare quest'esperienza si rimaneva sempre tanto distanti dall'estremità del nervo da non fare intervenire nel risultato la corrente propria del nervo.

Ho naturalmente tentato di eseguire esperienze simili sopra altri tessuti animali e non ho tardato a riscontrare che una striscia di materia cerebrale presa sopra un animale qualunque, in un punto qualunque del cervello, sia con sovrabbondanza di materia grigia, sia con sovrabbondanza di materia bianca, sviluppava nelle stesse condizioni in cui si è operato sui nervi, delle correnti secondarie in tutto uguali a quelle ottenute dai nervi. Lo stesso si deve dire della midolla spinale sia usata intatta, sia sopra una striscia di midolla tagliata a metà. Anche una striscia di muscolo e di vescica di un animale qualunque, o subito dopo la morte, o molte ore dopo, presenta i fenomeni della forza elettro-motrice secondaria, ma con intensità minore che coi nervi e colla sostanza cerebrale. La vescica allorchè è stata molte volte lavata nell'acqua perde interamente o quasi interamente questa proprietà. Ho tentato anche altri tessuti animali, come sarebbero le pareti de' vasi sanguigni, il polmone, il fegato, e usando per estremità del galvanometro i soliti cuscini bagnati, non ho trovato in questi tessuti la proprietà che abbiamo studiato nei nervi. Non è però più così se uso per estremità del galvanometro i fili di platino in vece di cuscini bagnati; allora, anche coi tessuti ultimamente nominati si ottengono dopo il passaggio della corrente della pila delle correnti secondarie, che per la direzione non differiscono da quelle trovate sui nervi.

Così generalizzato il fenomeno che da prima avevo riscon-

trato nel nervo, dopo essermi assicurato per le esperienze riferite che l'eccitabilità del nervo o la vitalità dei tessuti non può aver parte nel potere elettro-motore secondario sviluppato dal passaggio della corrente, si presentava naturalmente allo spirito una interpretazione molto semplice di questi fenomeni.

Cominceremo dal ricordare la spiegazione ben nota del fatto delle polarità secondarie sviluppate sugli elettrodi di platino dal passaggio della corrente. Si sà che queste polarità o correnti secondarie sono dovute ai prodotti dell'elettrolizzazione che si raccolgono sugli elettrodi. Fin da quando, sono già molti anni, io detti questa spiegazione delle polarità sviluppate sugli elettrodi che hanno servito alla decomposizione di acqua pura, facendo vedere che una lamina di platino tenuta nell'idrogene acquistava le proprietà dell'elettrode negativo e quella tenuta nell'ossigene quelle dell'elettrode positivo, Schombein e Peltier fecero qualche esperienza per dimostrare che anche nei liquidi nei quali la corrente era passata rimanevano nei punti toccati dagli elettrodi, raccolti i prodotti dell'elettrolizzazione, i quali erano capaci di generare la corrente secondaria. Era naturale che questo resultato fosse più facile ad ottenersi in quei corpi non perfettamente liquidi, come i tessuti animali e vegetabili, nei quali deve essere difficile ai prodotti dell'elettrolizzazione di disciogliersi prontamente nel liquido e di sparire cessata la corrente.

Ammessi questi principj, non vi è più nissuna difficoltà a intendere come si produce il fenomeno che abbiamo studiato nei nervi e negli altri tessuti animali. Infatti, dopo che il nervo o un tessuto animale qualunque, è stato traversato dalla corrente, è chiaro che nei punti che erano in contatto coll'elettrode negativo e intorno ad essi, si sieno sviluppati e raccolti dell'idrogene e delle basi, e che nei punti in contatto coll'elettrode positivo si sieno raccolti e sviluppati ossigene e acidi. Quindi, chiudendo il circuito coll'estremità del galvanometro fra quei punti, si otterrà una corrente che sarà nel nervo o nel tessuto animale qualunque, opposta a quella della pila. Egualmente bene s'intende perchè chiudendo il circuito fra i punti toccati dall'elettrode positivo o prossimi a quest'elettrode, dove l'ossigene e gli acidi si sono sviluppati e i punti del

nervo della parte prossima non traversata dalla corrente, si deve avere una corrente che è diretta nel nervo nel senso stesso della corrente della pila: e lo stesso si deve dire dei punti toccati o prossimi all'elettrode negativo dove si trovano l'idrogene e gli alcali, e la parte del nervo più prossima e non traversata dalla corrente.

Onde ottenere i fenomeni presentati dal nervo e dagli altri tessuti animali, basterà di prendere una striscia di carta da feltro, di tela o di flanella, e di adoperare questa striscia imbevuta d'acqua o meglio di una soluzione salina molto diluita. Se si tocca questa striscia in un punto con una soluzione di potassa, e in un altro punto con una soluzione di acido solforico o di un acido qualunque, si troveranno col galvanometro e colla striscia così preparata correnti egualmente dirette che si hanno dal nervo dopo che è stato traversato da una corrente della pila.

Per imitare più completamente il fenomeno riscontrato prima sul nervo, basterà di far passare la corrente della pila nella striscia suddetta e invece di quella striscia si può benissimo adoperare una striscia di un tessuto qualunque, vegetabile o animale, purchè sia imbevuta di acqua o di una soluzione salina. È questo il caso dei tronchi degli arbusti verdi, del tessuto delle patate, dei frutti e di tutte le radici fresche. Dopo il passaggio della corrente per questi diversi conduttori umidi, si può conoscere colle carte reattive, che intorno al polo positivo si sono sviluppati l'ossigene allo stato di ozone e degli acidi, e che intorno all'altro polo si sono svolti l'idrogene e gli alcali o le basi.

Concluderemo dunque attribuendo il potere elettro-motore secondario sviluppato nei nervi dal passaggio della corrente elettrica a quella stessa cagione con cui si spiegano le polarità secondarie; il fatto riscontrato nei nervi e poscia in tutti gli altri tessuti vegetabili ed animali ci prova che i prodotti dell'elettrolizzazione si raccolgono e si fissano non solamente sugli elettrodi metallici ma che in certi conduttori umidi e sopra tutto nei tessuti organici questi prodotti possono egualmente raccogliersi e fissarsi anche per lungo tempo in contatto dei punti ove si sono svolti, singolarità che ci sembra abbastanza

spiegata dalla struttura fisica e meccanica di quei tessuti, la quale impedisce ai prodotti dell'elettrolizzazione di diffondersi e disciogliersi facilmente nel liquido. Sarebbe lungo e molto difficile, se non impossibile, di volere render conto chiaramente con questi principj generali di alcune minute particolarità presentate dai nervi e dagli altri tessuti organici. Fra queste mi limito a citare la grande differenza d'intensità che vi è fra le correnti sviluppate dai punti toccati dall'elettrode negativo e dal positivo e i punti che chiamerò *neutri*, cioè dai punti non traversati dalla corrente. Sappiamo che per il nervo e per la sostanza cerebrale la corrente fra i punti in contatto dell'elettrode negativo e i punti neutri è molto più forte che pei punti corrispondenti dell' elettrode positivo: il contrario avviene per i tessuti vegetabili nominati e per la carta o flanella imbevuta della soluzione di solfato di potassa, essendo con questi corpi molto più intensa la corrente svolta dai punti toccati dall'elettrode positivo che quella dei punti toccati dall'elettrode negativo.

Vi sono anche dei tessuti animali e vegetabili coi quali le correnti secondarie sono forti, se le estremità del galvanometro sono due fili di platino, mentre che queste correnti sono debolissime o anche mancano affatto, se si usano i soliti cuscini imbevuti di soluzione salina. Questo deve dirsi delle striscie di carta o di flanella imbevuta d'acqua o di soluzioni saline, colle quali le correnti secondarie non si hanno che usando i fili di platino per estremità del galvanometro.

Abbenchè il fatto del potere elettro-motore secondario trovato nei nervi debba essere interpretato indipendentemente dalle proprietà vitali di questo tessuto, e considerato semplicemente come un caso particolare di polarità secondarie, non è però meno vero che in tutte le esperienze nelle quali si agisce sui nervi di un animale vivo o recentemente ucciso con una corrente elettrica continua, bisogna tener conto di quel fatto. Io mi propongo di studiare più tardi queste applicazioni e per ora mi limito a far notare che s'intravede anche assai chiaramente la possibilità di questa applicazione in due casi dei quali i Fisiologi della Germania si sono ultimamente occupati e con grande successo.

Il primo di questi casi è ben noto ed è conosciuto col no-

me di stato elettro-tonico, datogli dal suo scopritore. Si sa che esso consiste nel potere elettro-motore sviluppato in un nervo al di là dei punti traversati dalla corrente, tale da determinare in un circuito applicato sopra questi punti una corrente diretta nel nervo nel senso stesso della corrente della pila. Le leggi del potere elettro-motore secondario sviluppato nei nervi e studiato in questa Memoria, rendono conto dello stato elettro-tonico se si ammette, come è molto probabile, che appena cominciato il passaggio della corrente, il potere elettro-motore secondario svegliato sia sufficiente per spiegare gli effetti dello stato elettro-tonico.

I fisiologi tedeschi e fra gli altri recentemente e in un modo distinto il sig. Pflüger, hanno trovato che durante il passaggio di una corrente continua in un nervo e più ancora dopo questo passaggio, l'irritabilità del nervo è modificata molto diversamente nei punti prossimi ai due elettrodi e che in prossimità dell'elettrode negativo l'eccitabilità è accresciuta mentre è diminuita in prossimità dell'elettrode positivo. Ricorderò qui che abbiamo trovata una grande differenza nel poter elettro-motore secondario dei nervi nei punti prossimi ai due elettrodi. Sussiste anche che delle differenze di eccitabilità possono prodursi in un nervo secondo che è stato in contatto di una soluzione alcalina o di una soluzione acida.

Finalmente diremo che nella produzione degli effetti fisiologici che avvengono all'apertura del circuito, s'intende che deve avere una qualche parte la neutralizzaziune del potere elettro-motore secondario sviluppato nei nervi.

Io mi affretto a ripetere prima di dar termine a questa Memoria che accennando queste applicazioni del fatto scoperto nei nervi, non mi sono proposto altro che d'indicare ai fisici ed ai fisiologi dei soggetti da studiare, colla speranza di giunger per questa via alla spiegazione di alcuni fenomeni elettro-fisiologici ben noti tanto per la loro oscurità quanto per la loro grande importanza.



INTORNO ALL' ATMOSFERA SOLARE, E AD ALCUNE PROPRIETA' OTTICHE DELLA LUCE RIFLESSA DELLA LUNA; DEL P. A. SECCHI.

Coll'avvicinarsi della grande ecclissi che si aspetta nel prossimo 18 Luglio anno corrente, si sono risvegliati gli studi relativi alla costituzione fisica del globo solare, e il sig. Faye nell'Accademia di Parigi ha, rivocato fortemente in dubbio l'esistenza di un tale inviluppo trasparente, quale gli viene attribuito dai moderni fisici. Le ragioni principali da lui arrecate si riducono 1. alla nettezza grande colla quale si vedono gli orli delle macchie anche quando sono vicine al lembo solare. 2. crede insufficiente a dimostrare tale atmosfera l'assorbimento della luce e del calore che ha luogo ai lembi del disco, potendo ciò nascere dalla semplice legge di emersione dei raggi dalla fotosfera stessa, e perchè la legge di Laplace non combina con gli esperimenti. 3. Finalmente la corona e le protuberanze rosse vedute attorno al sole durante l'ecclisse, possono secondo lui, attribuirsi a un qualche effetto di miraggio o altro simile fenomeno prodotto sui raggi solari al radere che essi fanno l'orlo lunare.

Siccome la discussione in tutte le materie fisiche difficili è sempre utile, così io ho riassunto a questo proposito le mie antiche ricerche, per vedere se nulla vi trovava da aggiungere o modificare dietro lo studio e la pratica ulteriore acquistata negli ultimi anni ed ecco quanto parmi poter dire su questo proposito. — Primieramente in quanto alla precisione di visibilità delle macchie nel centro e all'orlo del disco, essa non si può asserire essere rigorosamente la stessa. Giunte all'orlo sono esse sempre un poco più sfumate ed indecise, e non si vedono mai in esse que' veli leggieri o *cirri* che sì spesso si osservano nelle macchie grandi quando sono nel mezzo del disco. Di più si deve aggiungere che l'effetto dell'atmosfera trasparente, se esiste, esso è massimo agli orli o in somma vicinanza ad essi: ora è notissimo che in tal posizione le macchine non si vedono che eccezionalmente e solo quando sono grandissime e con

somma difficoltà: comunemente si attribuisce l'indecisione al tremolio della nostra atmosfera, ma è ben difficile distinguere ciò che sia dovuto all'una e ciò che spetti all'altra causa. Di più se anche l'atmosfera solare produce una indecisione, per esser i suoi effetti sensibili, qui da noi essi dovrebbero essere enormi e produrre variazioni non minori di 90 in 100 miglia per essere percettibili, attesa la grande distanza; ed i mutamenti minori di questi non si scorgerebbero. L'allegare in ciò l'effetto delle atmosfere di Giove e Saturno che rendono invisibili i corpi solidi di que' pianeti non giova, giacchè nessuno ha detto fin' ora che tali atmosfere siano trasparenti, onde non varrebbe la parità, anzi abbiamo (come vedremo appresso), delle prove per questi due pianeti che esse sono analoghe alle nostre nubi.

Per ciò che riguarda l'assorbimento della luce e del calore, l'argomento del sig. Faye si fonda su ciò che la legge dell'assorbimento data da Laplace non combina colla estinzione osservata da me nel calor solare, e da Chacornac nella luce, ciò è vero ed io l'avea già notato fino dall'epoca dei miei primi lavori (1851). E tale appunto deve essere il fatto giacchè quella legge non combina nemmeno colla osservazione nel dare l'estinzione de' raggi solari nell'attraversare l'atmosfera terrestre altro che quando il sole è assai alto. Quella legge insomma è fondata sulla medesima teoria su cui si appoggia il calcolo delle refrazioni atmosferiche, e tutti sappiamo che essa non va più in là di 78° in 80° di distanza zenitale. Essa dunque non varrà nemmeno per l'assorbimento dell'atmosfera solare, che fino a certi limiti di distanze dall'orlo. Siccome si potea sospettare che le esperienze fatte da me col cannocchiale di Cauchoix potessero esser soggette a qualche eccezione per le minori dimensioni dello strumento, così ho voluto ripeterle col grande equatoriale di Merz, e benchè i risultati sieno dati per esteso nelle memorie dell'Osservatorio pel 1852-56, non sarà qui inutile il riassumerli potendo essi servire a chi volesse confrontare l'osservazione colla teoria.

In una serie fatta li 8 Giugno 1855 l'imagine proiettata su di un cartone perpendicolare all'asse del cannocchiale era 220 millimetri di diametro e la pila avea un'apertura quadrata di 12 millimetri di lato.

Le temperature osservate a differenti distanze dal centro furono le seguenti

Distanze dal centro . . .	0. centro	10^{mm}	30^{mm}	50^{mm}	70^{mm}	90^{mm}	104^{mm}
Intensità in gradi galvanometrici. . . .	50.1.	50.2.	50.0.	49.8.	48.9.	46.8.	44.0.
La stessa in gradi proporzionali	121.0.	122.2.	120.0.	119.0.	114.0.	101.5.	85.5.

Le intensità sono state osservate sempre sopra quattro punti simmetrici posti in due diametri ortogonali: al centro si trova qualche cosa di meno per la presenza di una piccola macchia. L'andamento della diminuzione è assai lento presso il centro e fino a $\frac{3}{4}$ del raggio; ma a $\frac{1}{32}$ del raggio il calore diventa 0,7 soltanto della forza centrale. Ma la grande apertura della pila nascondeva in gran parte la diminuzione reale e rapidissima che si ha presso gli orli. Quindi ho rifatto una seconda serie di esperienze il 12 Giugno, dando all'imagine un diametro di 330 millim. e alla pila un' apertura di 4 millimetri solamente. Il quadro seguente mostra la diminuzione osservata operaudo sempre in 4 punti simmetrici,

Distanze all'orlo in parti del raggio .	1 = centro	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{54}$ del raggio
Gradi galvanometrici	40.6	38.5	36.2	28.9
Gradi proporzionali	71.0	63.5	57.0	36 8
Rapporto delle intens.	1.00	0.89	0:80	0.52 di quella del centro.

L' apertura della pila corrisponde a una zona di 24" circa, onde si vede che su questa zona la forza è ridotta alla metà. Ora è noto che in questi estremi le macchie lungi dal vedersi nette sono sempre un po' confuse, per cui l'effetto dell'atmosfera solare si vede anche nella indecisione delle loro imagini.

È vero che il detto fin'ora è solo proprio del calore; ma si sà che in generale la conclusione vale anche per la luce ed io direttamente avea dimostrato nel *Nuovo Cimento* (Agosto 1858) che usando un prisma birefrangente col quale si facesse proiettare l'imagine dell'orlo vicino a un punto della penombra di una macchia grande, la luce di questa era sensibilmente

eguale a quella dell'orlo, e si sa dalle ricerche fotometriche di Herschel che la luce della penombra è circa la metà di quella del fondo luminoso del sole.

Se l'esistenza della atmosfera trasparente resta così comprovata, non è perciò che sia completamente spiegata da essa la *corona* che cinge il sole nelle ecclissi totali. Essa vi deve certamente contribuire e non poco, ma se tutto sia suo effetto nol credo provato, e in ciò il sig. Faye ha molta ragione. Anzi ai suoi argomenti uno ne potrei aggiungere ed è che la grande cometa del 1843 ed altre ancora si sono nel loro perielio accostate al sole ben più che non è il raggio della corona (1). Onde se questa rappresentasse l'atmosfera, quegli astri si sarebbero immersi dentro di essa non poco; e in tal caso non so come avrebbero potuto uscirne. Di più si trovano assai diversi i limiti fissati dalla corona secondo la chiarezza del cielo, e i testimoni di veduta notarono sempre in essa un movimento e che ha l'aspetto come dei raggi che sono vibrati da un pezzo di vetro rotto su cui batta il sole (V. Baily ecclissi del 1842). Le irregolarità in oltre osservate nella grandezza e direzione dei fasci di luce, fan sospettare che la cosa non è tutta dell'atmosfera solare; mi è quindi venuto in mente di ricercare se la luna vi potesse aver qualche parte e perciò mi sono messo a studiare le modificazioni subìte dalla luce che è riflessa da quest'astro.

La più importante di queste è la polarizzazione: questa fu negata da alcuni e sostenuta da altri, ma ciò fu solo per ragione di averla osservata in fasi differenti. Per istudiare questi fatti ho applicato al grande refrattore di Merz un polariscopio sensibilissimo e un polarimetro. Il primo consiste in una combinazione di una lastra di quarzo perpendicolare all'asse, della spessezza di circa 8^{mm} con un prisma pure di quarzo birefringente acromatizzato con vetro: combinazione conosciuta sotto il titolo di *polariscopio di Arago*. La lastra di quarzo è

(1) La distanza perielia di questa cometa veduta dalla terra avrebbe sotteso $1/7$ in raggio solare, cioè un angolo di $2',3$ e certo non più di $3'$: ora la corona si estende per lo meno a un $1/2$ raggio solare cioè $8'$ ed alcuni l'hanno veduta in regioni chiare esser di circa $1/2$ grado.

di una spessezza tale che i due colori rosso e verde sono vivacissimi, onde ad ogni piccola quantità di luce polarizzata sono sensibilissimi. La lastra è collocata prima della lente dell'oculare del più debole fra gli ingrandimenti del cannocchiale di Merz e il prisma sta fuori dell'oculare affatto.

Il polarimetro consiste in una pila di tre lastre di cristallo a facce parallele collocata fra il quarzo e l'obbiettivo del cannocchiale presso l'oculare. Questa pila può ricevere i moti attorno all'asse ottico del cannocchiale, come un micrometro di posizione, per disporre il suo piano di rifrazione nel piano di riflessione de' raggi riverberati dalla luna e può ricevere tutte le inclinazioni rapporto all'asse ottico del cannocchiale che sono misurate da un circolo graduato. La mancanza di una lastra di quarzo parallela all'asse, che ordinata da gran tempo a Parigi non è ancor giunta, mi impedisce di poter ridurre a cifre assolute i risultati fin'ora ottenuti, onde mi contenterò di alcune conclusioni generali.

1. La luce della luna è polarizzata diversamente secondo la fase. Nella luna piena è nulla, e massima nel sesto o settimo giorno di età, quando l'elongazione dal sole è di 80° a 90° il piano di polarizzazione è quello di riflessione che passa pel sole, come lo mostra il polariscopio a *bande* o striscie colorate.

2. La quantità di luce polarizzata varia grandemente nelle varie regioni; in quelle che diconsi *mari* e sono liscie, essa è grandissima e minima è sulle montagne. I fondi pieni de' crateri sono polarizzati fortemente, mentre i loro bordi se ne staccano come isole bianche sui fondi colorati verde e rosso dei campi lisci.

3. Anche nella fase di massima polarizzazione le parti liscie presso il limite dell'ombra, e quelle presso l'orlo del disco hanno a un dipresso la stessa quantità di luce polarizzata. Ecco alcuni numeri a questo proposito.

1°. Gennaio 1860 8^h.pom. *mare serenitatis*: (posto quasi nel mezzo del fasc.) Angolo massimo della pila in cui svanisce ogni polarizzazione . . . . = 53°.5.

Mare crisium presso all'orlo: angolo . . . . = 53°.3.

Parti montuose presso *Ticone* . . . . = 36°.2.

31 Dicembre 1859 7h. pom.	*Mare serenitatis* . . .	59°0
	Mare crisium	50.1
	Presso *Ticone* e *Maurolico*	38.0
	Mare tranquillitatis	52.5.

Però presso al cerchio terminatore dell'ombra, la polarizzazione sembra alcun poco diversa, ma non ho esaminato bene ancora tutte le circostanze; la differenza è però piccolissima.

4. Se la regione è mista di montagne e pianure come presso *Ticone*, ne risulta un medio generale mediocremente polarizzato, ma se sia una isolata montagna in mezzo a una pianura, si è sicuro che la montagna resta sempre bianca. Il polariscopio ammette necessariamente un piccolo campo e ciò è assai giovevole, per esaminare le piccole porzioni separatamente, e il cannocchiale col suo forte ingrandimento e grande luce, lasciando assai intense le due imagini, permette di separare le parti e esaminarle in confronto l'una dell'altra, e fa vedere tutte queste diversità che sono fin'ora sfuggite alla comune degli osservatori.

5. Giove, Saturno, e Marte non sono polarizzati più che nol siano le nostre nubi, nè le nostre fabbriche o montagne coperte di neve.

I fatti fin'ora descritti, semplici in apparenza, non sono tali se si considerano in tutto il loro complesso. Infatti la polarizzazione della luna non è quale sarebbe quella di un corpo lucido speculare; che se è di figura cilindrica ha una sola linea di polarizzazione massima, e se è sferico un solo punto: qui invece abbiamo delle superficie assai vaste con *equabile polarizzazione* malgrado la diversissima inclinazione dei piani in cui cade il raggio incidente e sta il raggio riflesso rapporto al piano tangente il globo lunare; onde è un vero enimma per la teoria. Supponiamo infatti la luna in quadratura e consideriamo due raggi all'orlo del lembo, e l'altro al limite dell'ombra; nel primo il raggio riflesso è parallelo al piano tangente la luna, nel secondo gli è perpendicolare. Dopo di aver cercato variamente qual potesse essere la spiegazione di questo fatto, trovato che la polarizzazione lunare è solo comparabile a quella che si ha da una superficie coperta di piccole faccette riflettenti,

e dirette in tutti i sensi, qual è un ammasso di cristalli, e specialmente la carta smerigliata, e la carta di vetro usata nelle arti a pulire legni o metalli. Un cilindro coperto di questa carta ed esposto al sole presenta una polarizzazione quasi uniforme in tutta la sua superficie illuminata direttamente. Una tale coincidenza può portare a varie ipotesi sulla costituzione lunare, che io ometto pel momento; solo dirò, che ho voluto tentare qualche applicazione alla spiegazione della corona dell'ecclissi. Perciò ho fatto una ecclisse artificiale occultando l'imagine solare fatta da un obiettivo con un cilindro coperto di carta smerigliata e dispostolo in guisa che il suo bordo appena coprisse l'imagine focale, e guardando l'orlo di questo cilindro con un cannocchiale a distanza, sono restato sorpreso al vedere che realmente la linea terminatrice non è più netta come quando il corpo è liscio ed opaco, ma è sfrangiata e si vede una forte linea splendente che la termina, e se la carta è a grossa grana anche qualche raggio diffuso. Dietro ciò non mi pare impossibile che la superficie scabra e irregolarmente riflettente della luna possa avere qualche influenza nella formazione della corona.

Ma di qual natura siano queste faccette riflettenti è impossibile determinarlo, potendo essere minerali e vegetali. Così per esempio i nostri terreni vulcanici che riflettono tutti i moltiplici cristallini di mica, e di pirosseni innumerabili raggi solari, sono un esempio assai consimile a questo della luna: un ammasso di ghiacci potrebbe produrre lo stesso effetto, ma può produrlo anche un ammasso di foglie vegetali a superficie della pagina superiore lustra, come sono quelle dell'alloro, dell'elce ec. Onde così non resta sciolto il quesito se vi sia nella luna vegetazione. Il punto più cupo e il più polarizzato che ho trovato fin'ora è il *mare serenitatis*. La catena degli *appennini* si solleva bianca sul fondo rosso e verde della prossima parte levigata più nera e la diresti coperta di neve; ciò non dipende certo dalla inclinazione de' raggi, giacchè sul quadrante lunare vi sono certo de' piani lisci che possono trovarsi paralleli alle faccette di questi monti, e che sono polarizzati; onde la mancanza di polarizzazione qui dipender deve dalla natura delle loro superficie.

Sarà possibile giammai conoscere se la materia riflettente è vegetale o minerale? io non lo dispero: uno scrupoloso studio dell'angolo di massima polarizzazione, potrebbe rivelare l'indice di refrazione delle sostanze e forse così la loro natura. Le ricerche è vero diventano delicatissime e richiedono mezzi di precisione che pel momento non sono ancora a mia disposizione. Richiedono sopratutto gran pratica di strumenti ottici e un esame accurato dei mezzi attraverso i quali si guarda. Per ora mi sono limitato a riconoscere l'influenza dell'obiettivo, ed ho trovato esser essa minima cosa, e tale da non viziar punto sostanzialmente le conclusioni arrecate di sopra.

Dal fatto che Saturno e Giove e anche Marte non sono polarizzati, potrebbe dedursi che l'atmosfera di questi pianeti è analoga a quella delle nostre nubi. Io li ho osservati quando stavano in quadratura col sole, ma anche in questo caso l'angolo incidente sempre tanto poco si scosta dal riflesso, da farli stare quasi sempre come nel caso della luna prossima al plenilunio, e perciò da questo solo non si potrebbe concludere rigorosamente tale simiglianza. Però la variabilità delle fasce specialmente in Giove mette ciò fuor di dubbio. Singolare è quella che si osserva attualmente (Genn. 1860) cioè di una zona di color rossastro carico assai larga e suddivisa in 3 nell'emisfero australe, il qual colore si riproduce presso il polo boreale con forte intensità, mentre la regione equatoriale intermedia mostra zone tinte di non dubbio di giallo, verdino e bianco. Tal colore nelle fasce è nuovo per me, avendole per lo innanzi vedute sempre di color cenericcio.

Dai fatti esposti in questa Memoria risulta non essere ancora dimostrata insussistente l'atmosfera solare, ma che la corona può trarre origine in parte dallo stato della superficie lunare. Sulla natura delle protuberanze rosse, finora non saprei che dire: gioverà osservarle con più precisione che non si è fatto finora.



SULLA ANESTESIA IPNOTICA (*IPNOTISMO*), E SULLE ANALOGIE COL MAGNETISMO ANIMALE; DEL PROF. TIGRI.

Ipnotismo, significa *sonno*, sonnambulismo artificiale, accompagnati da *anestesia*, da iperestesia, da catalessia e da altri fenomeni esprimenti modificazione più o meno valida avvenuta nel senso muscolare, e nella intelligenza.

Il fenomeno del *sonno*, si ottiene, precipuamente, obbligando gli occhi a guardare fissamente un oggetto situato al davanti della radice del naso.

I mezzi adoperati per provocare negli animali la condizione ipnotica, cercandoli ancora nella storia di un passato lontano, includono costantemente il fatto che ha relazione con gli organi della vista, obbligati a condizioni anatomico-fisiologiche che non sono le normali. L'occhio, possiamo dire che non ha fermezza; costringerlo col mezzo della contrazione fissa e durevole dei suoi muscoli a rimanere nella immobilità, è già un fatto molto significativo, senza bisogno di ricorrere ad altri, per dirigere l'osservatore alla valuzione dello strabismo convergente che sovente la contrazione fissa accompagna; ed alle indagini sulla retina fuori dell'usato impressionata dalla luce, non che all'affaticamento dei nervi motori 3°, 4° e 6° pajo, dei nervi ciliari e perciò del ganglio ottalmico. Queste riflessioni avevano, di buon ora, risvegliata l'attenzione di un nostro osservatore; e ciò rileveremo in seguito, dal sunto che fu pubblicato all'Accademia delle Scienze di Parigi: nel quale sono comprese,

a) La ricerca relativa agli effetti dispiegati sul fisico con le comuni pratiche conducenti all' ipnotismo;

b) Le relazioni esistenti fra queste, ed il metodo conosciuto col nome enfatico di magnetismo animale.

L'argomento che ci preme di epilogare, ha una *parte storica*, riferibile alle prime origini ossia all'empirismo del singolare fenomeno; una *parte scientifica* che mira a rinvenire negli avvenimenti empirici, meravigliosi, e tenuti per sopranna-

turali, il significato e la provenienza: l'una e l'altra ci daremo cura di mettere in rapporto nel presente estratto.

La storia dei fatti empirici, meritevole di essere conosciuta per l'utile della scienza la rinverremo primieramente nel libro del Dott. Braid di Manchester, 1843, associata alle pratiche ed agli avvenimenti che condussero gli uomini e gli animali in quello stato, dal medico inglese designato col nome d'ipnotismo. Nella ricerca ci atterremo segnatamente alla pubblicazione del Dott. Azam (di Bordeaux), che altri fatti del medesimo genere riunisce, ed è inserita negli Archivi gen. di Medicina di Parigi fasc. di Genn. 1860; dalla quale inclusive resulta, doversi alle investigazioni dallo stesso Dott. Azam intraprese fino dal Giugno 1858, la conoscenza e la popolarità acquistata attualmente in Francia, del metodo considerato in sè stesso, e nelle sue utili applicazioni.

Anco dalle ultime indagini, i fenomeni succeduti allo stato d'ipnotismo essendo per ordine di frequenza la catalessìa, l'anestesìa, l'iperestesìa, l'esaltazione del senso muscolare, e per ultimo i fenomeni psicologici, conseguirebbe da ciò, secondo ne scrisse il Dott. Braid, la probabilità che nell'ipnotismo consistesse il segreto dell'arte statuaria greca per ottenere con tal mezzo, cioè con la catalessi, la immobilità perfetta e prolungata dei modelli. Ma se ciò è possibile, non è per altro da porsi in dubbio che l'estasi dei religiosi maomettani avessero la indicata origine. Bernier racconta che essi raggiungevano quella maniera d'estasi col guardare per lungo tempo l'estremità del proprio naso. La medesima derivazione avrebbe avuto l'estasi dei monaci del monte Athos, chiamati *Omphalopsychiens*, stantechè essi precedentemente mirassero con ostinazione nel loro ombilico. Altri esempi ancora confermano la sopravvenienza di estasi religiose e di convulsioni alla persistenza nel guardare fissamente un oggetto. Stando oltre ad un racconto di M. Ponzin, si rileva che una giovine isterica di sua conoscenza diveniva catalettica davanti al proprio specchio.

Riconosciuta oggi l'esattezza del fatto fisico sul quale è basato l'ipnotismo, vale a dire la contrazione fissa, e con strabismo convergente dei muscoli dell'occhio, si presentano a considerare una quantità di fatti osservati in tutti i tempi ed in

tutti i luoghi, ai quali non mancava che il legame per poter essere insieme riuniti. Tali, ad es., in Grecia i misteri d' Isis e del tempio di Diana; a Efeso le Pitonesse; a Roma le incantazioni; il sonno sacro, imposto da certi preti d' Affrica, il qual sonno altro non è che l' ipnotismo ottenuto per mezzo di un pugnale; alcune pratiche di stregoneria accompagnate da enfatiche e rozze parole; dei fatti analoghi furono senza dubbio a ciascuno raccontati. E per dire d' alcuni ricavati dagli animali, nella Franca Contea, da tempo immemorabile, si costuma di addormentare i polli d'India mettendo loro sul becco un filo di paglia. Sappiamo che l'uccello di preda dopo avere descritti dei cerchi al di sopra della designata vittima, s'arresta a 15 o 20 piedi di distanza battendo le ali, e dopo 4 o 5 minuti si precipita su quella.

Emerge pertanto che, nelle citate esperienze sull' uomo e sugli animali, l' ipnotismo fu preceduto e promosso dalla forzata ed inconsueta attitudine fissa dell'occhio conseguente alla contrazione de' suoi muscoli. Tantochè stimiamo superfluo di estendere davvantaggio la enumerazione dei fatti ricavati dalla storia di consimili avvenimenti prodigiosi ed incomprensibili, tutti quanti essendosi manifestati per la stessa ragion fisica, e per le graduate conseguenze dell' ipnotismo.

Per altro, con le indagini sull'ipnotismo, non si ottenne soltanto dalla scienza la rivelazione di processi arcani e soprannaturali; l' anestesia che quello stato generalmente accompagna poteva essere usufruita a vantaggio della medicina; e fu solo nel Dicembre 1859 a Parigi che le singolari osservazioni raccolte dal Dott. Braid, avvertite con la stampa da Littre, e Ch. Robin, trovarono applicabilità nel metodo in quanto era referibile al conseguimento della anestesia: essendochè i sigg. Azam e Broca riconobbero nell' ipnotismo gli elementi d'un nuovo processo atto a procurarla.

Ecco in proposito quanto si legge nella Gazzetta *des Hopitaux de Paris* N°. 144. 10 Dic. 1859 « Abbiamo narrati nel- « l'ultimo numero gli effetti singolari d'ipnotismo provocato, in- « torno ai quali il sig. Dott. Azam (di Bordeaux) richiamava « l'attenzione della classe medica di Francia. Oggi ci troviamo « in grado di esporre alcune delle esperienze più curiose, ese-

» guite in questi ultimi giorni. Riferiremo il fatto molto signi-
« ficativo comunicato ier l'altro da M. Broca alla Società di
« chirurgia, anticipandone la relazione che M. Verneuil sta per
« pubblicare nella *Gazette hebdomadaire*. Gli altri fatti inediti
« sono stati dipoi raccolti nel servizio di M. Follin all'ospedale
« Necker. A questi associeremo la relazione d'una esperienza
« due giorni or sono, nel servizio del sig. Prof. Trousseaux a
« l'Hôtel Dieu ».

La prima osservazione, della quale riprodurremo le condizioni più interessanti, riguarda una donna di 24 anni con vasta bruciatura al dorso ed al braccio destro, con ascesso esteso e molto dolente al margine dell'ano. Questa donna, pusillanime, sfinita dal dolore si mostra avversa all'incisione dell'ascesso. Le si annunzia di addormentarla, ponendole un cilindro di rame lucente 15 centimetri al davanti la radice del naso. L'ammalata per fissare l'oggetto, si trovò obbligata allo strabismo convergente: subito le pupille divennero fortemente contratte. Il polso, che prima era accelerato, si fece molto lento. Decorsi circa due minuti, si dilatarono alquanto le pupille. Il braccio sinistro sollevato quasi verticalmente al disopra del letto, rimase immobile in questa attitudine; altrettanto avvenne nella sollevazione degli arti inferiori. A capo di quattro minuti le risposte di lei si ottennero lente e con fatica, ma sempre in relazione della dimanda: nella respirazione fu notata una lieve irregolarità. Già decorsero 5 minuti, e M. Follin punse due volte il braccio sinistro ancora in catalessi, e le punture con cruentismo non furono avvertite. Sette minuti dopo il principio della esperienza M. Follin praticava nell'ascesso una larga apertura dalla quale uscì copiosa quantità di pus fetido. Un leggiero grido fu il solo segno di reazione manifestato dalla malata. Continua la catalessi ne' membri superiori; gli occhi sono aperti ed un poco iniettati. Allora M. Broca, levato il corpo lucente mantenuto in posizione davanti agli occhi, soffia nel viso dell'ammalata, e quindi domandandola del suo stato, ha per risposta che nulla sa dell'accaduto. Continua la catalessi e la insensibilità, ma tutto si dilegua dopo rinnovato il soffio d'aria sulle palpebre, e praticata una frizione sovr'esse. La malata strofinandosi gli occhi, e perfettamente sveglia, dice di

non essersi avveduta di quanto avvenne. Nella seconda osservazione, della quale il soggetto fu una giovine di 19 anni, si verificarono pressocchè i medesimi resultati favorevoli. Nella terza, ed il soggetto era una giovine di 18 anni, il resultato di due esperimenti riuscì incompleto e di brevissima durata.

In altre esperienze contemporaneamente eseguite da M. Azam e M. Trousseaux, senza scopo di operazione chirurgica, si ebbero i medesimi sintomi, con più, al risvegliarsi, per qualche tempo uno stato di stupore. A quell'epoca, 10 Dicembre, si rileva dal suddetto Giornale che le esperienze si moltiplicavano per ogni dove, ed in generale confermative degli effetti annunziati da M. Azam. Velpeau e Denonvilliers, previo l'ipnotismo, riuscirono ad operare con pieno successo, mentre a Nelanton lo stesso mezzo non corrispose: probabilmente nei pazienti mancò quella costanza che pur ci vuole a sostenere lo sguardo fisso.

Tutto ciò che fu scritto dipoi nei Giornali e fino a quest'oggi non è che la ripetizione delle cose precedentemente osservate con nuovi esperimenti; fra' quali è da citare, a causa del completo successo, l'amputazione di coscia eseguita da M. Guérineau a l'Hôtel Dieu de Poiters.

Le indagini eseguite da M. Giraud-Teulon, e pubblicate nella *Gazette Médicale de Paris* n. 2, 14 Genn. 1860, ci apprendono una modificazione all'ordinario metodo per determinare l'ipnotismo; la quale però vedremo conforme alla pratica seguita dai religiosi che divennero estatici, convulsionari ec.; essendochè la modificazione in discorso consista nel guardare fissamente un oggetto situato a qualche distanza, ovvero nel tetanismo volontario dei muscoli dell'occhio. La donzella C...., scrive il suddetto osservatore, potè sempre addormentarsi senza il soccorso dell'oggetto lucente, e col solo mezzo di tener fissi ed elevati i suoi occhi: lo stesso avvenne in altra giovine signora; in ambedue si verificò la insensibilità, co' sintomi del sonnambulismo, sotto ogni rapporto paragonabile al creduto finora una conseguenza del fluido magnetico animale: si avverò perfino la nessuna relazione di tempo e di luogo nelle risposte, precisamente come avviene nei pronostici del supposto magnetizzato.

Le analogie esistenti fra i due avvenimenti, erano già state

avvertite, e lo accennammo, in una nota inviata negli ultimi del decorso Dicembre all'Accademia delle Scienze di Parigi. — Il Dott. Tigri, Professor d'Anatomia umana e comparata alla nostra Università Reale di Siena, contuttochè avesse in ordine la redazione della suddetta nota, alloraquando potè leggere il n. 145, 13 Dicembre 1859 della « *Gazette des Hopitaux* »; e le sue convinzioni in proposito fossero state da lui esposte verbalmente molti anni avanti, volle pur tuttavia ricordato nel suo scritto il n. suddetto del Giornale Francese, relativamente alla tendenza dimostrata dai fisiologi ad entrare in quell'ordine stesso d'idee: la qual tendenza credette di rinvenire nelle seguenti parole. « Il faudrait d'allieurs remonter beaucoup plus « loin encore si l'on voulait relier historiquement la connais- « sance de ces faits (d'ipnotismo) avec tout ce què présentent « d'analogue, peut être même devrion-nous dire d'identique au « fond, le magnetisme animal, le mesmerisme, et maintes pra- « tiques semblables des Indiens ».

Dopodichè, a complemento del presente estratto contenente, a quanto ci sembra, la rivista delle parti più essenziali del tema sull'ipnotismo, riporteremo, voltato nell'Italiano, dal *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de Paris*, seduta del 2 Gennaio 1860, quanto fu riprodotto della comunicazione del Prof. Tigri, ed anche confermato da ulteriori osservazioni.

« Il Prof. Tigri invia da Siena una nota — *Sull' anestesia* « *ipnotica ed il magnetismo animale.* L'estratto che qui ne « daremo basterà a far conoscere il punto di veduta nel quale « si è posto il fisiologista.

« I processi col mezzo dei quali è dato ottenere l'aneste- « sia ipnotica, osserva il Prof. Tigri, e la successione dei tur- « bamenti nervosi determinati dallo strabismo convergente un « poco prolungato, richiamarono al mio pensiero la spiega- « zione data da me, or sono più anni, intorno a ciò che vi « era di bene costatato nei fenomeni attribuiti al così detto « magnetismo animale. Premetto, non esservi merito di discu- « tere sulla pretesa chiaroveggenza dei magnetizzati, sulle pre- « dizioni, sulla vista e distanza, sul trasporto dei sensi, e so- « pra ben altre meraviglie ammesse dagli adepti; tutto questo « avendo io veduto mancare nel corso delle esperienze alle

« quali mi fu dato assistere a Pisa nel 1848. Frattanto, se le « cose avvertite non si verificarono nelle da me citate espe- « rienze, ciò che riuscì perfettamente stabilito si è, che pel « mezzo di determinate pratiche si perveniva a porre il pa- « ziente in una specie di deliquio, quindi nel sonno più o meno « profondo, e sovente accompagnato da insensibilità.

« Onde spiegare questi fatti, sui quali non può rimanere « alcun dubbio, sarebbe superfluo di fare intervenire la volontà « del magnetizzatore, e perciò i misteriosi fluidi immaginati « da uomini, i quali a quella espressione non sanno associare « un senso preciso; ma necessita piuttosto rivolgersi all' esame « di ciò che avviene nell' organismo del paziente. Sappiamo « come ad esso sia prescritto di volgere fissamente i suoi oc- « chi su quelli del magnetizzatore, e ci è noto non poterli con- « servare in quella posizione fissa senza affaticamento che quasi « subito diviene grandissimo; e tanto più grande in quanto « chè accompagnato dallo strabismo interno, e sovente dalla « elevazione de' due globi oculari, il magnetizzatore trovandosi « ordinariamente in posizione più elevata del magnetizzato; si « aggiunge a questo la tensione dell' animo intorno a ciò che « dovrà verificarsi, e troveremo le cagioni sufficienti per pro- « durre una *iperemìa* al cervello, nonchè la spiegazione sulla « provenienza del deliquio, del sonno, e della susseguente in- « sensibilità. Le esperienze istituite recentemente a Parigi, nelle « quali si videro riprodotti i fatti annunziati molti anni indie- « tro dal sig. Dott. Braid (di Manchester), io giudico dover « esser spiegate nello stesso modo; e sono lieto di vedere che « i fisiologi rivolti a rendersi conto del fatto, accennano al « medesimo punto dal quale io mi partiva, vale a dire alla « *iperemìa* del cervello determinata dall' affaticamento dei mu- « scoli motori degli occhi ».

Invero, fra le utili conseguenze emergenti dalla stabilita uniformità dei due avvenimenti è da notare soprammodo interessante questa, di aver fatto cessare alla perfine ogni discussione sul preteso magnetismo animale. L' ipnotismo offre egli dei danni? Azam risponde, ed a ragione, che l' abusarne potrebbe affaticare il sistema nervoso, e che questo metodo non deve uscire dalle mani dei medici. Essi soli infatti conoscono

le contro-indicazioni, e si trovano in grado di rimediare, abbisognando, agli accidenti nervosi consecutivi della prevista *iperemia* cerebrale. — E siccome ci resulta per tanti fatti avverato uno stato nervoso a forma catalettica e convulsiva susseguente al *tetanismo volontario dei muscoli dell'occhio*, così d'ora in poi in simili malattie dovrà essere nella cura del medico di ricercare questa cagione, e farla cessare se dipendesse da contratte abitudini.

Infine l'ipnotismo, conducendo l'anestesia, non potrà essere ancora applicato siccome lenitivo temporario nelle affezioni dolorose spasmodiche? « Un metodo, ha detto M. Broca, « che non introduce alcuna sostanza nella economia, mi sembra assolutamente inoffensivo e proprio a sostituire efficacemente il cloroforme ». Ma noi, attendendo dalla esperienza i desiderati vantaggi, concluderemo con le seguenti parole di M. Azam « che se l'ipnotismo è il miglior mezzo di provocare « il sonno nervoso in un certó numero di persone, giacchè non « agisce indistintamente sopra tutti, egli è a sperare, che un « altro più sicuro se ne scuoprirà atto a promuovere un sonno « che non esca dall'ordine dei fatti fisiologici ».



RICERCHE SULL'UREA; DI POISEUILLE E GOBLEY.

(*Comptes Rendus.* Juillet 1859).

Nella ricerca dell'urea nell'organismo animale adoperarono il Poiseuille e Gobley il metodo seguito da Wurtz. Nel sangue di cani, cavalli e bestie vaccine ne trovarono una dose che oscillò da grammi 0,185 per 1000 grammi di sangue a grammi 0,241, in media circa 0,220; quali cifre riescirono spesso diverse ripetendo le analisi anco di un medesimo animale, ed a seconda di circostanze che non potevano esser determinate. La

quantità di urea trovata dai citati Autori, sarebbe, come rilevasi dalle cifre che abbiamo riportate, notevolmente superiore a quella trovata dal Wurtz: su questa abbondanza di urea e sui resultati di un calcolo circa la dose del sangue che passa in 24 ore per i reni, il Poiseuille e Gobley credono poter fondare la conclusione che non si debba considerare l'urea soltanto come materiale escrementizio. Questo loro pensiero reputano anche di potere appoggiare alla osservazione che talvolta il sangue che tornava da un organo somministrava nelle loro analisi minor dose di urea di quello che vi si recava.

Per sostenere con convinzione sicura che l'urea non è un semplice materiale di denutrizione, sarebbe necessario, che la non piccola dose di urea trovata nel sangue da Poiseuille e Gobley fosse stata riscontrata anco da altri sperimentatori, lo che per ora è ben lungi dal verificarsi: sarebbe necessario poter dimostrare che passa realmente per i reni quella quantità di sangue che li Autori ammisero per mezzo di deduzioni assai indirette; sarebbe necessario dimenticare che avviandosi molta urea pel sistema linfatico, come ha dimostrato Wurtz, il sangue venoso può assai di leggieri contenerne una dose anco minore di quello arterioso. Mentre adunque dobbiamo esser grati ai citati Autori per i nuovi fatti che hanno procurato di somministrarci intorno ad un difficile argomento, dobbiamo desiderare tuttora che ci spieghino il motivo pel quale rinvennero non solo nel sangue ma ben anco nella linfa, nel chilo, nella saliva delle quantità di urea tanto maggiori di quelle trovate da altri analizzatori; e, prima di intraprendere un minuto esame della teoria cui accennano sugli uffici della urea nell' organismo, dobbiamo chiedere che ne siano rese più salde le basi per quello che concerne la quantità del sangue che passa a traverso i reni.

Pisa, 21 Gennaio 1860.

C. S.

PRESENZA DELLA UREA NEL CHILO E NELLA LINFA; DI AD. WURTZ.

(*Comptes Rendus*, 4 Juillet 1859).

Per conoscere se l'urea possa giustamente considerarsi come uno fra i prodotti della denutrizione, il sig. Wurtz pensò di cercarla nella linfa e nel chilo. Egli si valse dei metodi combinati di Bunsen e di Liebig, ed operò sopra i liquidi che gli procurava il sig. Colin (Prof. della Scuola di Alfort) per mezzo delle fistole del sistema linfatico. Per meglio valutare la importanza dei resultati ottenuti, l'A. fece spesso delle indagini comparative sul sangue degli animali dai quali proveniva la linfa. I resultati furono:

	REGIME	UREA IN 1000 GRAMMI DI		
		Sangue	Chilo	Linfa
Cane...	Carne .... gram.	0,089	»	0,158
Cane ..	Carne .... »	»	0,183	»
Vacca..	Erba-medica secca ... »	0,192	0,192	0,195
Toro ..	Panelle di colza, ed erba-medica .... »	»	0,189	0,213
Altro toro	Panelle (prima della ruminazione) ...... »	»	»	0,215
Montone	Regime ordinario (ruminazione sospesa)... »	(Arterioso) 0,248	0,280	»
Castrato	»	»	0,071	»
Cavallo.	»	»	»	0,126 0,112

Dal rendiconto delle esperienze nei *Comptes Rendus* non si rileva in qual punto del sistema linfatico fosse preso il liquido che fu denominato chilo: solamente poichè trovasi detto che un

poco di *chilo puro* preso dai chiliferi mesenterici conteneva esso pure una piccola dose di urea, ci sembra dovere argomentare che dalle fistole del dutto toracico alla base del collo fosse ottenuto l'umore che si analizzava, e che si denominasse linfa quello che sgorgava nelle ore del digiuno, chilo quello che esciva durante la digestione dei pasti. Sarebbe inutile far lunghi commenti intorno alle esperienze sovracitate, rispetto alle quali l'abilità conosciuta del chimico e del fisiologo sperimentatore che le eseguirono sono garanti della loro esattezza, e ci lasciano col desiderio vivissimo che il loro zelo per la scienza faccia anco più numerosa e variata la collezione delle loro interessanti osservazioni.

Ognuno che abbia studiato il complicato argomento degli atti chimici della vita di nutrizione, andrà facilmente persuaso che per avviarci ad una più intiera cognizione di quei fenomeni non ha lieve importanza il conoscere dove prendono origine i derivati cristallizzabili degli albuminoidi, e quale è il sistema dei vasi destinato a sottrarli di continuo dal luogo ove si producono.

Pisa, 21 Gennaio 1860.

C. S.



INDAGINI CIRCA I FENOMENI DELLA RESPIRAZIONE; DI SMITH EDW.

(*Proceedings of the Royal Society*, January and February 1859).

Sperimentò il sig. Smith sopra di sè e su tre suoi amici; l'apparato dice egli non arrecava la minima molestia, abbenchè fosse come una piccola maschera, cosicchè le esperienze poterono avere una durata molto lunga. Nelle 18 ore che l'A. chiama del giorno, la quantità dell'acido carbonico espirato variò da once 24,274 (nell'Autore) a 16,43 (nel Prof. Frankland); nelle 6 ore della notte fondandosi sopra alcune brevi esperienze crede che si esali circa once 4,18 di acido carbonico. L'aria

inspirata nelle 18 ore del giorno fu da pollici cubi 583 (nell'Autore) a 365 (Prof. Frankland): il ritmo respiratorio si trovò diverso per differenze individuali e di stagione: la quantità di aria per ogni inspirazione resultò di pollici cubi 30 a 39,5: il rapporto del numero delle inspirazioni a quello delle pulsazioni cardiache fu di 1 a 4,63 nei più giovani, 1 a 5,72 nei più vecchi: la proporzione dell'acido carbonico esalato, all'aria respirata da 1 grano per pollici cubi 54,7 giunse a 1 grano per pollici cubi 58: l'acido carbonico esalato in un minuto da grani 10,43 a 6,74. Circa le influenze che modificano l'andamento della respirazione, dice l'A. che molto influiscono i pasti facendo aumentare la esalazione dell'acido carbonico per alquante ore; che più efficaci per questo tra i pasti giornalieri riescono la prima colezione ed il thè; che 40 ore di digiuno fanno scemare l'esalazione di acido carbonico quasi di $\frac{1}{4}$ rendendola anco pressochè uniforme in tutta la giornata, con un lieve aumento nelle ore in che solevano prendersi i pasti. Le variazioni giornaliere nella esalazione dell'acido carbonico debbono mettersi in relazione con le influenze che agirono anche nel giorno precedente: così il benessere, un buon sonno, una lauta alimentazione fanno aumentare l'acido carbonico nel giorno susseguente, e l'A. nota che egli osservò specialmente questo fenomeno nel lunedì di ogni settimana. La temperatura elevata fa scemare la esalazione di acido carbonico. In quanto alle stagioni la esalazione massima si ha in primavera, poi dal Giugno a Settembre o Ottobre incontrasi un periodo di decremento, dopo il quale si ha nuovo aumento; nell'A. la massima diminuzione era circa $\frac{17}{100}$ della quantità esalata in primavera. L'effetto delle stagioni non deriva unicamente dalla diversa temperatura, e dalla diversità della pressione atmosferica, giacchè i cangiamenti accidentali od artificiali di queste circostanze non valgono a distruggere la influenza delle stagioni, abbenchè la temperatura possa indurvi una modificazione non indifferente. L'esercizio muscolare fa aumentare molto la produzione dell'acido carbonico; camminando in modo da fare 2 miglia l'ora l'acido carbonico era grani 18,1 al minuto, se le miglia percorse divenivano 3 l'acido carbonico saliva a grani 25,83: e saliva a grani 48 mandando per qualche tempo la ruota a scala che trovasi per

esempio allo stabilimento penitenziario di Cold-Bath Fields Prison.

In altro lavoro pubblicato nel fascicolo di Febbrajo 1859 dei *Procedings of the Royal Society*, l'A. continuando le intraprese ricerche, espone principalmente i resultati cui giunse rispetto alla influenza della alimentazione sulla esalazione dell'acido carbonico. I principali resultati furono i seguenti. La massima influenza si verifica 2 ore o 2 ore $\frac{1}{2}$ dopo il pasto. I cibi amilacei soli producono poco o nessuno effetto. I grassi usati soli fanno diminuire la esalazione dell'acido carbonico, usati con altre sostanze alimentari limitano l'aumento di esalazione che desse produrrebbero. Lo zucchero produce un discreto aumento nell'acido carbonico, ma questo aumento non dura molto. Li alcoolici sono mediocremente atti a fare aumentare la esalazione dell'acido carbonico: in qualche caso si ebbe invece diminuzione. L'albume, la fibrina, la caseina, il glutine, fanno crescere l'acido carbonico ma non moltissimo: alquanto più il latte. Efficacissimo per l'azione sull'acido carbonico espirato è il thè, che può aumentarne la esalazione anco di 3 grani per minuto: un poco meno il caffè ed il cacao. Il thè, lo zucchero dispiegano azione prontissima e poco durevole, più lenta e prolungata è quella di altre sostanze come per esempio il latte ed i cereali.

Da tutte le esperienze citate, il sig. Smith in una terza memoria che trovasi nel *London Edimbnrgh and Dublin philosopichal magazine* (*Dicembre* 1859), procura di trarre delle deduzioni in quanto alla provenienza dell'acido carbonico che viene fuori per li organi del respiro. L'acido carbonico, dice egli, non proviene da immediata scomposizione di alimenti contenenti carbonio 1°. perchè durante il digiuno prolungato la esalazione di quel gas benchè diminuita è pur sempre $\frac{2}{3}$ di quella che nelle circostanze normali: dunque $\frac{2}{3}$ dell'acido carbonico non deriva dalla metamorfosi degli alimenti; 2°. perchè i cibi più ricchi di carbonio non sono quelli che aumentano più la esalazione dell'acido carbonico. (Fecole, Grassi). La provenienza immediata dell'acido carbonico espirato sarebbe forse dal sangue nel quale questo corpo esistesse già formato e rattenuto debolmente in leggiera combinazione. Confortano a crederlo, 1° il sapersi che facendo inspirazioni più profonde aumenta, come dice anco Vie-

rordt la esalazione dell'acido carbonico, come accaderebbe se questo gas si trovasse nel sangue, a motivo del rinnuovamento più completo dell'aria che è nei polmoni. 2. l'osservare che le sostanze acide generalmente fanno espirare più acido carbonico come se lo liberassero da una combinazione salina, le sostanze alcaline invece scemano la esalazione di quel gas; 3. l'avere notato l'Autore che i cibi pei quali aumenta la esalazione dell'acido carbonico mentre non sogliono rendere le inspirazioni più frequenti, le rendono più profonde. Ma nel modo di vedere ora accennato, mentre la massa sanguigna è il magazzino ove sta in serbo l'acido carbonico, liberandosi ora in maggiore ed ora in minore abbondanza, rimane da determinare quale è la ultima e remota provenienza di quel gas, che non si ammise si formasse in modo diretto col carbonio degli alimenti e l'ossigeno della atmosfera. Il complesso fenomeno della nutrizione e denutrizione dei tessuti, è quello, dice il sig. Smith, al quale solo possiamo ricorrere per renderci ragione della produzione dell'acido carbonico che esce poi per le vie del respiro; infatti 1. l'esercizio muscolare che attiva la metamorfosi dei tessuti, fa più abbondante la evoluzione dell'acido carbonico; 2. l'aumento di eliminazione di acido carbonico si accompagna ad un aumento corrispondente della eliminazione di azoto per mezzo dei principii urici; 3. i cibi che fanno crescere la esalazione dell'acido carbonico non sono quelli che contengono molto carbonio, ma certi eccitanti come il the p. es., per l'azione dei quali è contemporaneamente accresciuta la eliminazione dell'azoto.

Pisa 21 Gennaio 1860

C. S.



DI UN FOTOMETRO ANALIZZATORE; DEL PROF. GILBERTO GOVI.

Dacchè i fisici cominciarono a studiare sperimentalmente i fenomeni naturali e gli agenti che li determinano sentirono

la necessità di misurare con precisione gli effetti osservati, onde poter poi rappresentare con formule compendiose i rapporti che li legan fra loro. — E siccome la luce è uno de' principalissimi fra gli agenti della natura, si cercò da gran tempo di misurare in qualche modo anche la potenza luminosa propria o derivata dei diversi corpi. Gli stromenti destinati alla stima delle intensità luminose furon detti con vocabolo greco *fotometri* e se ne inventarono di tante fatte che si diede persino talvolta il nome di *fotometri* a certi apparecchi i quali misuravano azioni diversissime dall' azione luminosa propriamente detta.

La luce è quella attività dei corpi per cui ci si rendono visibili; la sua intensità è proporzionale alla energia con cui essa commove il nostro occhio; qualunque stromento impiegato a misurarla, che non sia l' occhio stesso od un equivalente perfetto dell' occhio non raggiugnerà quindi il suo intento. Gli apparecchi imaginati da Leslie, da Bérard, da Hunt, da Becquerel figlio, da Bunsen e Roscoe ec. non possiamo considerarli come veri *fotometri*, potendo essi indicar luce nulla, dove l' occhio la vedrebbe intensissima, e luce vivace assai, dove l' occhio scorgerebbe un' assoluta oscurezza. Veri metodi *fotometrici* sono invece quelli di Bouguer, di Rumford, di Ritchie, di Bunsen, di De Maistre, di Foucault, di Pouillet, di Wheatstone, d' Arago e gli altri più squisiti forse di Arago stesso, di Babinet, di Bernard, di Jamin ec. che hanno a fondamento la polarizzazione della luce. Il *fotometro analizzatore* di cui pubblichiamo ora la costruzione, appartiene a quest' ultima classe di stromenti, a quella cioè in cui l' occhio interviene di necessità onde misurare una impressione di cui egli solo può esser giudice sicuro.

Nella teoria delle ondulazioni, l' intensità della luce è proporzionale al quadrato dell' ampiezza d' oscillazione delle molecole eteree, intendendo per ampiezza d' oscillazione il massimo allontanamento dell' atomo oscillante da una parte o dall' altra della sua posizione d' equilibrio. Se, come possiamo misurare le lunghezze delle onde lucide, potessimo valutarne anche l' altezza o l' ampiezza, la fotometria sarebbe cosa agevolissima; ma le ampiezze d' oscillazione dell' etere son talmente minime in confronto anche delle lunghezze d' onda, già piccolissime, che i fisici non hanno potuto fin qui determinarne in nessun modo il

valore. Dove potessero interferire raggi provenienti da origini diverse, dove l' occhio od uno stromento valessero a riconoscere l' oscurità assoluta, i fenomeni di diffrazione o d' interferenza potrebbero servir di misura comparativa delle intensità, mostrando quali luci si distruggerebbero completamente incontrandosi e quali no. Ma nè raggi di diversa sorgente interferiscono, nè l'occhio può giudicare dell' assoluta oscurità; il metodo delle interferenze non può dunque condurci alla stima delle intensità luminose.

L' occhio è abbastanza buon giudice dell' eguaglianza di due illuminamenti, purchè non siano nè troppo intensi, nè troppo deboli. Ma appena le due luci differiscano fra di loro, l' occhio diventa un semplice indicatore e perde la facoltà di misurare, facoltà di cui potea ritenersi dotato nel caso della eguaglianza dei lumi. Due luci però possono differire di quantità notevoli l' una dall' altra, senza che l' occhio se ne avveda. Il nostro organo visivo, per quanto squisito, somiglia una bilancia equilibrata, in uno de' piattelli della quale possiam deporre una certa quantità di materia senza che l' equilibrio si rompa. E come non tutte le bilancie nè in tutti i casi si squilibrano per addizione di pesi eguali da una parte del loro giogo, così non tutti gli occhi, nè lo stesso occhio in tutte le circostanze s' accorgono della diversità di due lumi per eguali addizioni o sottrazioni di luce. Quel tanto di luce che si può aggiugnere ad una delle sorgenti o togliere da essa, senza che un certo occhio se ne avveda, misura la *sensibilità* di quell' occhio, e una tale sensibilità è cosa mutevolissima e sommamente incostante. D' altronde ampliando la pupilla coll' uso di lenti o d' apparecchi ottici si può render sensibile una luce, prima non avvertita dal senso; si può render anco sensibile un lume impedendo ad altre radiazioni luminose di ferire contemporaneamente la retina, o spostando sulla retina l' imagine del corpo luminoso che si considera. Insomma, l' occhio è il solo e vero misuratore della uguaglianza di due lumi, ma è un misuratore variabilissimo nella sua sensibilità e sempre impotente a rivelare piccole variazioni nella forza della luce.

Nè soltanto l' occhio è incapace di stimare piccoli divarii nelle intensità luminose, esso incontra un altro ostacolo e gra-

vissimo nella diversa colorazione dei lumi, per cui mal giudica della uguaglianza di due luci, appena queste sian tinte di colori diversi. Mettansi a confronto la luce gialla dell'alcool salato o della lampada *monocroma* di Bunsen, colla luce, per esempio, dello zolfo ardente nell'ossigeno, e si vedrà che ogni occhio, darà un giudizio particolare, e solo, consultandone un gran numero, si potrà avere un termine medio sufficientemente preciso. I fisiologi spiegheranno queste diverse attitudini, o colla irritabilità differente delle retine o colla colorazione particolare dei mezzi diafani dell'occhio, .. ma la spiegazione non torrà il difetto e questo si farà sentire più o meno anche nei giudizii sull'intensità della luce bianca o della luce solare. Il solo metodo in questo caso per ottenere da ciascun occhio una misura comparabile delle intensità de' lumi consiste nel sottoporre al giudicio dell'organo, luci semplici o monocrome, quali si ottengono dai prismi o dai fenomeni d'interferenza, e d'assorbimento.

I fisici avean trascurato finora, nella invenzione dei *fotometri* questa considerazione importantissima della diversa sensibilità degli occhi pei diversi colori. Se ne lagnavano, è vero, ma non vi rimediavano in alcun modo, eppure il rimedio era facile e parea dovesse cader subito nella mente di tutti. Fu nel 1850, mentre io assisteva il Prof. Despretz nelle sue ricerche sulla intensità della luce elettrica, che mi balenò il pensiero di costruire un *fotometro analizzatore*. Ne improvvisai uno alla meglio nell'officina del sig. Duboscq, e, contento del saggio che ne feci, mi proposi di migliorarlo e di farne costruir più tardi un modello perfetto. Ma gli anni trascorsero, i mezzi per effettuare il mio progetto mi mancarono, ed oggi il *fotometro analizzatore* è rappresentato forse ancora da una povera cassetta di cartone e da alcuni prismi, che la polvere ricopre in qualche angolo oscuro dell'officina del Duboscq in Parigi. Siccome però, se non m'inganna la mente, il principio su cui è fondato un tal *fotometro* può diventar fecondo nelle mani di chi voglia costruire lo stromento che ne deriva, così intendo di pubblicarlo ora nella sua grettezza originale, riserbandomi d'indicar poi quelle modificazioni di cui mi parrebbe suscettibile per meglio e più comodamente risolvere i diversi problemi della *fotometria*.

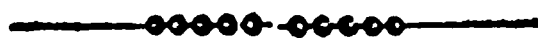
Tutti i fisici conoscono il fotometro di Ritchie. È una lunga cassetta, nel cui mezzo stanno due specchi inclinati l'un sull'altro di 90°, l'ufficio de' quali è di riflettere contro la parete superiore della cassa la luce che arriva su ciascun di loro dalle piccole faccie terminali aperte dell'apparecchio. Là dove batte la luce riflessa, la parete della cassetta è forata, e una carta unta riceve i due fasci luminosi contigui e permette all'occhio di confrontarli. Quando si voglion comparare due luci, si fa in modo che una illumini un capo della cassetta, l'altra il capo opposto, e si accosta lo stromento ad una delle sorgenti o se ne allontana, finchè le due aree illuminate della carta unta sembrino una cosa sola. Misurate allora le distanze delle sorgenti luminose della carta e fattine i quadrati, si ammette che le intensità dei lumi sian fra di loro come i quadrati di tali distanze. Talvolta si lascia immobile il fotometro e si accosta ad esso o se ne scosta un dei due luminari finchè si ottenga l'egguaglianza delle aree illuminate. La misura dell'intensità si ottiene poi nel medesimo modo. Il *fotometro analizzatore* somiglia per la costruzione a quello di Ritchie, soltanto le piccole faccie della cassetta non sono aperte e vi si innestano de' tubi d'ottone che ne occupano il centro. In questi tubi scorrono altri tubi portanti sulla loro bocca esterna due fenditure a labri taglienti, simili a quelle che s'adoprano per osservare coi prismi le linee nere di Fraunhofer. Le due fenditure debbono essere egualissime e verticali. Invece dei due specchi di Ritchie, nel mezzo della cassetta stanno due prismi rettangoli di cristallo purissimo, le cui faccie ipotenuse tengono luogo degli specchi e riflettono più luce. Al di sopra di questi prismi una lente acromatica raccoglie i raggi che ne provengono e tende a dare nello spazio un'imagine netta delle due fessure a una certa distanza, che non bisogna far troppo grande. Sovra la lente stà un prisma equilatero di sostanza limpidissima e molto dispersiva (flint bianco, essenza d'anaci, solfuro di carbonio ec.), il quale raccoglie e decompone i fasci luminosi provenienti dalle due fenditure, riflessi dai primi prismi e concentrati dalla lente. Un tal prisma deve essere inclinato in modo che la linea E dello spettro (per mo' d'esempio) sia deviata il meno possibile dalla sua direzione primitiva. Al di sopra del prisma analizzatore, nel luogo dove si debbon

formare le imagini delle fenditure si colloca una lastra di vetro smerigliata, o coperta d' un velo d' amido col processo indicato dal signor Foucault. Questa lastra s' inclina in guisa che riesca perpendicolare al fascio de' raggi meno deviati dello spettro. La cassetta che racchiude e sostiene questi diversi pezzi, è annerita internamente onde evitare le riflessioni laterali. Prima di fissar le fenditure su' tubi che le portano, bisogna collocarle a una tale distanza dalla lente, che sulla lastra appannata si veggano distinte le linee principali di Fraunhofer. Siffatta operazione riesce facilissima, ricorrendo alla luce del sole o delle nubi per illuminare le due fenditure, ed anche valendosi a quest' uopo della luce *monocroma* di Talbot o di Bunsen. Sovra il vetro appannato, dove si dipingono due spettri di egual lunghezza ed in perfetto contatto quando le due fenditure ricevano lume, si può fare scorrere un diafragma opaco portante una fenditura di larghezza variabile, colla quale si limitano le porzioni corrispondenti dei due spettri da paragonarsi fra loro. Il confronto riesce in tal modo più agevole e si possono osservar sempre su tutti gli spettri i medesimi spazii, riferendoli alle linee di Fraunhofer il cui luogo fu notato da principio negli incastri entro cui scorre il diaframma, e indicandone la larghezza. Ciò posto, il paragone tra due sorgenti di luce mediante il nuovo fotometro, si eseguisce come si eseguiva quello col fotometro di Ritchie, soltanto invece di giudicare a un sol tratto della intensità di tutte le diverse ondulazioni che le compongono si giudicano ciascuna separatamente, e si stabilisce per ogni sorgente di lume, quanto siano intense le sue onde rosse per rispetto alle rosse dell' altra, le rancie per le rancie, le gialle per le gialle e così via via, misurando dove si voglia anche un gran numero d' intensità lungo tutto lo spazio designato ordinariamente col nome d' un sol colore. Se poi si prendano le intensità delle onde colorate di una certa sorgente (per esempio della luce solare) come unità di misura per le intensità delle onde d' egual lunghezza negli altri lumi, si potranno paragonare fra loro mediante il *fotometro analizzatore* anche due luci colorate semplici di lunghezza d' onda diversa. Non ritengo però che nella pratica si possa presentar mai la necessità di un tal confronto di luci semplici variamente colorate. Gli usi della vita richieggono

sorgenti di luce bianca, e un luminare è tanto maggiormente stimato quanto meno prevale in esso certo o certo altro colore. Tutte le nostre sorgenti di luce sono però più o men colorate, le candele danno una luce più rossa di quella del gas, il gaz la dà più gialla dei carboni incandescenti sotto l'urto della elettricità... insomma non si conosce lume perfettamente ed assolutamente incoloro, non potendosi considerar come tale nemmeno quello del sole. Da ciò la necessità di valutare la quantità d'ogni colore nei diversi lumi, ed a tanto non bastavano gli antichi fotometri. Parmi che il *fotometro analizzatore* si presti comodamente a una tale misurazione e che per esso venga risolto il problema dell'*analisi quantitativa e qualitativa* della luce, problema che era rimasto insoluto fin qui.

Nel nuovo strumento che ora abbiamo descritto hanno luogo assorbimenti inevitabili di luce: ma se i vetri dei prismi e della lente siano purissimi, le perdite d'intensità saranno minime, e per eliminare le differenze di azione dei due lati del fotometro basterà ripetere la stima delle intensità voltando or l'una or l'altra fessura verso ciascuna delle sorgenti luminose. La misura delle distanze de'corpi illuminati si stimerà aggiugnendo a quella che li separa dalle fenditure del fotometro, una certa quantità costante per ciascun lato dello stromento e facilmente determinabile, sia con misure dirette, sia indirettamente, deducendola dalla osservazione di intensità conosciute.

Dato così il principio della *fotometria analitica*, riescirebbe facile l'indicare altre forme di *fotometri* che agevolassero la valutazione della intensità, e, ricorrendo all'uso di *polarizzatori*, risparmiassero la noja degli spostamenti dello stromento o delle sorgenti di lume; ma per ora ci basterà d'aver posto il fondamento di questa nuova parte dell'ottica, riserbandoci di pubblicare tra breve la descrizione d'un *fotometro analizzatore* modificato, e di mostrare i grandissimi vantaggi che la scienza e le arti ne potranno derivare.



SUGLI ELEMENTI MINERALI CONTENUTI NELLA TILLANDSIA DIANTHOIDEA; NOTA DI S. DE LUCA.

Conformemente al desiderio manifestatomi dal Prof. Pietro Savi, ho fatto de' saggi per la ricerca e la determinazione qualitativa delle sostanze minerali contenute nelle foglie e fusto inferiore ammortito della tillandsia dianthoidea. I risultamenti forniti da tali saggi costuiscono l'oggetto della presente nota.

La tillandsia dianthoidea vive, senza appoggiarsi alla terra, a spese degli elementi che costituiscono l'aria, nella quale vien sospesa: essa però trovandosi ad una distanza non grande dal suolo, è per conseguenza in contatto di tutte le particelle minerali ed organiche che dal suolo stesso si sollevano e le quali restando per così dire in sospensione nell'aria, possono depositarsi ed incrostarsi sulle parti esterne della pianta, e possono, dopo aver subìto tutte le trasformazioni di cui sono capaci pel loro contatto con l'acido carbonico, l'ammoniaca e l'umidità atmosferica, passare nell'organismo vegetale ed esservi assimilate.

Prima di ogni altra cosa, ho creduto necessario di separare con soli mezzi meccanici, dal fusto e dalle foglie della tillandsia, tutto ciò che poteva esservi di soprapposto e di aderente sulle parti esterne di essa. Quindi la totalità della pianta è stata divisa in due parti: la prima contenente cioè i corpi estranei, e l'altra costituita dalla pianta spogliata delle sostanze aderenti ed esterne.

Questa seconda parte pesava 4 gr. 775 ed ha perduto alla temperatura di 110°, continuata per più ore, non più di $0^{gr}721$: quale perdita rappresenta il vapore acquoso. Con questi dati sperimentali si può dedurre la quantità di acqua che la tillandsia dianthoidea in esame contiene sopra 100 parti: essa corrisponde circa a 16 per 100.

Le ceneri ottenute dalla detta quantità ($4^{gr},775$) di tillandsia, si elevarono a $0^{gr}275$ cioè circa il 6 per 100. L' incinerazione della tillandsia disseccata è stata eseguita lentamente in un crogiolo di argento con tutte le debite precauzioni e le ceneri sono

state sottoposte ad un'analisi qualitativa, dalla quale risulta ch'esse contengono della silice in eccesso, una mediocre quantità di calce, traccie di magnesia, di potassa e di soda, una sensibile proporzione di ferro, e le reazioni appena indicano, ma non con certezza, la presenza dell'allumina e del manganese, come pure dell'acido solforico e del cloro.

La prima parte, cioè quella contenente i corpi estranei, pesava $1^{gr},983$, perdeva a 110° $0^{gr},161$ e dopo l'incinerazione lasciava un residuo di $0^{gr},149$; cioè conteneva circa 9 per 100 di acqua e produceva circa 8 per cento di ceneri.

Queste ceneri presentavano un colore rossiccio e contenevano un eccesso di ferro, di silice e di calce.

Tali saggi comunque eseguiti sopra piccole quantità di materia, mostrano che le parti mineralizzanti della tillandsia dianthoidea, sono in generale quelle stesse che trovansi nelle piante ordinarie e che l'aria atmosferica, nello strato ch'è in contatto immediato colla terra, può tenere in sospensione diverse sostanze tenuissime di origine minerale ed organica, le quali forniscono alla pianta le sostanze che le fornirebbe direttamente il suolo.

E qui cade in acconcio il ricordare un lavoro fatto, è già qualche tempo, in Germania da diversi chimici. De' semi analizzati con cura, si son fatti germinare in un suolo i cui elementi si erano già determinati esattamente. Un apparecchio ben montato forniva alle pianticelle l'aria, l'acido carbonico e l'acqua allo stato di purezza, e si è evitata con ogni cura l'introduzione di sostanze minerali nell'apparecchio ove vegetavano le dette pianticelle. Le piante, in uno stato di vegetazione avanzata, sono state sottoposte ad un'analisi rigorosa, come pure il suolo è stato nuovamente esaminato. I risultamenti, a' quali condusse una tale ricerca, mostrarono un aumento di sostanze minerali non solo, ma la presenza di sostanze fisse che non si trovavano nel suolo. Donde son venute tali sostanze? Egli è ben certo che se da una parte, in natura nulla si crea e nulla si perde, dall'altra i mezzi di purificazione di cui noi possiamo disporre non sono assoluti ma relativi, particolarmente quando trattasi di purificare sostanze gassose il cui contatto co' reattivi è limitatissimo. È a tale causa di errore che deve attribuirsi l'aumento di sostanze minerali di cui si è fatto menzione.

Non è quindi da recar meraviglia se nella tillandsia dianthoidea si trovino le sostanze minerali contenute nelle piante ordinarie, comunque essa vivesse sospesa nell'aria atmosferica e distante dal suolo.



ESPERIENZE ELETTRO-FISIOLOGICHE DI PFLÜGER.

(*Estratto di una Lettera del sig. Claparède*).

Fra i numerosi resultati a cui è giunto Pflüger, mi limito a citarne due dei più importanti.

1°. Allorchè un tratto di nervo è percorso da una corrente continua, l'irritabilità è accresciuta al di là del tratto percorso dalla corrente stessa e ciò tanto più, quanto più il punto che si considera è vicino al polo negativo;

2°. Al contrario l'irritabilità è diminuita dietro alla corrente e ciò tanto più, quanto più si è vicini al polo positivo.

Ecco le conseguenze di questa legge. Supponiamo una corrente ascendente che traversi una porzione di nervo sciatico di rana diretta dai piedi alla testa. Prendiamo ora un corpo stimolante tanto debole da non eccitare una contrazione allorchè il nervo su cui è applicato non è percorso dalla corrente: Se questo irritante si fa agire al di là del polo positivo, cioè verso il muscolo o a molta distanza dal polo negativo, non vi sarà alcun fenomeno svegliato: ma se invece si applichi presso il polo negativo subito al di là del tratto percorso dalla corrente si otterranno delle forti contrazioni nel muscolo. Prendiamo ora un corpo irritante molto energico e tale da agire sul nervo fortemente anche quando il nervo non è percorso dalla corrente. Con questo irritante portato in vicinanza del polo positivo, cioè, fra il polo positivo e il muscolo, si scuopre per la mancanza delle contrazioni, che in quel punto l'eccitabilità è diminuita. Se il corpo irritante invece è portato presso il polo negativo, si ot-

terranno allora delle forti contrazioni muscolari, come deve essere: ma qui è da notare che l'irritazione fatta presso il polo negativo deve per giungere al muscolo passare per il tratto prossimo al polo positivo e di cui sappiamo che la sensibilità è nulla sotto l'irritazione diretta di quello stimolo. Osserveremo ancora che se l'irritazione è portata in un punto molto superiore e distante dal polo negativo si otterranno ancora le contrazioni benchè più deboli di quelle ottenute irritando presso il polo negativo. E anche in questo caso si deve notare che l'irritazione per giungere al muscolo deve passare attraverso alla regione ultra-sensibile, posta presso il polo negativo. Quest'ultimo risultato è tanto più rimarchevole che l'Autore ha mostrato che in un nervo non elettrolizzato le contrazioni svegliate dalla sua irritazione sono tanto più energiche quanto più il punto irritato è lontano dal muscolo. Le esperienze di Pflüger sono state eseguite con correnti molto deboli.



SULL'EQUILIBRIO E SUL MOVIMENTO DEI LIQUIDI NEI CORPI POROSI; DI JAMIN.

(*Comptes rendus 23 Janvier 1860*).

L'Autore prende un tubo capillare lungo un metro circa e lo mette in comunicazione con una delle sue estremità con un recipiente con cui fa il vuoto, mentre all'altra estremità, è avvicinata da un dito coperto da un panno bagnato. Appoggiando e sollevando alternativamente molte volte di seguito e con rapidità il dito, si vedono entrare nel tubo delle colonne liquide separate dalle bolle d'aria. In principio queste colonne liquide percorrono il tubo con grande velocità, poi il moto si rallenta e cessa alla fine e si ha il tubo capillare pieno di una corona di globi d'aria e d'acqua. Questo tubo così preparato presenta

delle proprietà singolari allorchè si esercita una pressione ad una delle sue estremità le prime bolle s' avanzano prontamente, le seguenti si spostano meno, e le ultime restano immobili. Se la pressione è h, il moto si trasmette sino ad un indice di n° $1\ m$; se questa pressione è $2\ h$, il moto arriva sino alla bolla di n° $2\ m$. In generale la pressione trasmettendosi sino ad un indice di un numero che gli è proporzionale, s'intende che avendo un tubo capillare finissimo e contenente un grande numero di quelle bolle, si può esercitare da una parte una pressione molto forte, senza che all' altra estremità si generi alcun movimento nel liquido. L' Autore cita un tubo capillare, così preparato e dice di avere esercitata una pressione di tre atmosfere senza produrre movimento nel liquido. Inversamente se si fa il vuoto ad una delle estremità di questi tubi, le prime bolle si dilateranno molto, quelle del mezzo diventeranno meno e le ultime restano in riposo. Si fa quest' esperienza fissando col mastice un tubo molto lungo e preparato con molti coroncini sul tubo di un barometro e si vede il mercurio rimanere alla stessa altezza, come se il tubo capillare fosse chiuso. Queste esperienze dimostrano che una pressione qualunque esercitata ad una delle estremità di un tubo capillare, preparato come si è detto, diminuisce per cascate successive di una quantità costante ad ogni interruzione. Infatti il primo effetto di questa pressione è di scavare la superficie anteriore del primo indice e di accrescere il raggio di curvatura del menisco posteriore. La differenza si esagera poco a poco sino ad un valore massimo e per conseguenza l' indice oppone una resistenza che cresce sino ad un limite che chiameremo L. Allora esso trasmette all' indice successivo una pressione $H' = L$. Ciò che è accaduto a questo primo indice si ripete in seguito sul secondo e successivamente sopra tutti gli altri, sino all' ultimo, che comunica una pressione $H' - n\,L$. Se questa pressione è uguale a quella dell' atmosfera l' equilibrio esiste.

Allorchè un tubo capillare invece di essere cilindrico ha delle strozzature e delle dilatazioni successive esso possiede la proprietà anche più singolare. Questo tubo una volta bagnato conserva aderente alle sue pareti uno strato liquido che non tarda a riunirsi nelle strozzature dove fa nascere degli indici

interrotti. Così si forma spontaneamente la coroncina, la quale per la forma del tubo possiede anche più distintamente le qualità del canale cilindrico. Un tal tubo, con otto strozzature bastava per chiudere esattamente un barometro ed anche per resistere ad una pressione di due atmosfere. Se un tal tubo è pieno d' acqua, comprimendolo ad una estremità, l' acqua scola facilmente, ma se vi è dell' aria, questa sotto la pressione muove la colonna liquida, ne lascia degli indici ad ogni strozzatura, i quali oppongono presto una resistenza sufficiente per distruggere la pressione. Inversamente se il canale è pieno d' aria e vi si spinge per pressione una colonna d'acqua, questa riempie successivamente le varie concamerazioni, distrugge gli indici, annulla la loro resistenza e finisce per riempir l'apparecchio e per filtrare.

Queste conseguenze si applicano ai corpi porosi nei quali si può ammettere l' esistenza di canali alternativamente strozzati e dilatati. Quando si riempia d' acqua un vaso di porcellana porosa, una statuetta di gesso vuota, o una cavità qualunque praticata in una massa porosa, qualunque pressione esercitata sopra quest' acqua la fa filtrare all' esterno: ma si può fare nell' interno un vuoto completo senza che l' aria possa rientrare attraverso la parete bagnata. Allorchè le due superficie del vaso sono immerse nell' acqua e si esercita una pressione nell' interno coll' aria compresa, questa comincia per espellerne tutta l' acqua; ma poi l' aria non filtra ed anche sotto una pressione di due, di tre, o di quattro atmosfere, non passa la più piccola bolla d' aria.

L' Autore prende un blocco di materia porosa solida e disseccata, creta, argilla cotta, legna ec., oppure un vaso poroso di pila pieno di biacca, di amido, ben calcato. Si pratica in questa massa una cavità cilindrica alla quale si mastica un tubo manometrico, chiuso in alto, pieno d' aria e contenente alla base un indice di mercurio. È chiaro che se la pressione aumenta nella massa porosa farà montar l' indice e potrà essere misurata dalla lunghezza della colonna d' aria. Ciò fatto, s' immerge l' apparecchio in un vaso pieno d' acqua, la quale penetra nei pori, rispinge l' aria nell' interno della cavità e la pressione arriva sino a cinque o sei atmosfere. Questi corpi

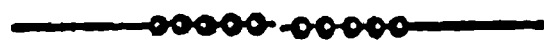
porosi esercitano dunque un' azione capillare di una grande intensità. Si può fare l' esperienza inversamente, cioè, si può mettere la cavità praticata nell' interno della massa porosa in comunicazione di un serbatojo chiuso e pieno d'acqua. L' acqua entra e caccia l'aria dinanzi a sè e fa il vuoto nella cavità. Questi due fatti hanno rapporto con un' esperienza ben nota di Magnus, la quale consiste nel chiudere un tubo di vetro con una membrana, nell' empire il tubo di acqua e nel rovesciarlo sul mercurio come per fare un barometro. L' acqua imbeve la membrana, s' evapora e il mercurio sale. Questa esperienza si fa con qualunque massa porosa imbevuta d' acqua e avente una cavità in cui è fissato un tubo barometrico e si empie d' acqua e si rovescia al solito sul mercurio. Il mercurio sale all' altezza voluta dalla pressione atmosferica, diminuita dalla forza elastica del vapore d' acqua.

L' Autore cita qui diverse applicazioni di questi principii.

Facendo filtrare l' acqua attraverso un corpo poroso, questo liquido si comprime entrandovi e si dilata alla sortita. Questo diverso stato dell' acqua nella filtrazione potrebbe spiegare le correnti elettriche recentemente scoperte da Quinkle nella filtrazione.

Allorchè si immerge un corpo poroso secco nella terra umida, l' acqua passa evidentemente dalla terra al corpo poroso. Da una parte la terra si dissecca, ma per un movimento di filtrazione l' acqua torna dai punti più lontani verso il punto di contatto; d' altra parte il vaso si bagna e il liquido che vi arriva si diffonde nella sua massa. L' equilibrio non può essere stabilito che al momento in cui i canali della stessa dimensione, esistenti sulle due faccie della superficie comune sono egualmente pieni o egualmente vuoti. Se il corpo poroso contiene cavità sottilissime, queste toglieranno l' acqua alla terra e alla fine il vaso sarà bagnato e la terra secca, come infatti avviene coll' esperienza.

Questo importante lavoro di Jamin rende conto dell' ascensione dei liquidi nei vegetabili e quindi anche negli alberi molto alti; come ben si sa, non può spiegare lo scolo dei liquidi dagli alberi stessi, come avviene nella vite.



INTORNO AD UN METODO ATTO AD INDAGARE, SE L' AZIMUT DI POLARIZZAZIONE DEL RAGGIO REFRATTO È MODIFICATO DAL MOVIMENTO DEL CORPO REFRANGENTE; SAGGIO DI TALE METODO DEL SIG. H. FIZEAU.

Traduzione del sunto fatto dall' Autore.

(*Comptes Rendus*, 14 Novembre 1859).

L' esistenza dell' etere luminoso sembra oggidì sì bene constatata, e l' ufficio che questa sostanza, ovunque diffusa, è destinata a compiere nella natura, pare abbia da essere considerevole per modo da recar maraviglia se i fenomeni conosciuti ne' quali ella si manifesta con certezza, siano tuttavia in piccol numero.

Non pertanto è dato prevedere che i più grandi progressi nelle scienze fisiche saranno la conseguenza delle scoperte che aumenteranno successivamente su tale soggetto le nostre cognizioni.

Indotto da tale pensiero mi sono dato ad indagini di differente maniera, ma tutte intese a raggiungere lo scopo testè indicato; per le quali pervenni primieramente ad ottenere quei risultamenti certi che registrai nella Memoria presentata nell' anno 1851 al giudizio dell' Accademia. In quella Memoria tolsi ad esame le differenti ipotesi che si sono fatte intorno alle relazioni dell' etere luminoso e mostrai che di quelle ipotesi può in chiaro mettersi il valore, misurando la velocità della luce che si propaga nei corpi in quiete ed in quelli che si muovono, ed in fine riportai i risultamenti delle sperienze per le quali mi fu dato certificarmi, che per il movimento del corpo cambia in realtà la velocità colla quale la luce si propaga nell' interno di esso. Questo fenomeno lo potei constatare e misurare sloggiando rapidamente una colonna d' acqua dall' interno del doppio tubo d' Arago, ed osservando gli spostamenti delle bande d' interferenza formate dai raggi luminosi che avevano traversata

l'acqua in moto. La medesima esperienza è stata fatta su di una sostanza gassosa, l'aria, animata parimente da grande velocità; ma in questo caso lo spostamento delle bande d'interferenza non fu sensibile. Nella Memoria riferii le ragioni di questo risultamento e dimostrai come si abbia ad attribuire alla poca densità del mezzo, e per questo non contradica in alcun modo al fatto osservato per l'acqua. All'oggetto di compiere e maggiormente estendere le indagini ora accennate, era importante studiare nello stesso intendimento un corpo solido, quale si è il cristallo, onde certificarsi che la luce si propaga nell'interno di esso con velocità differente se è in quiete da quando si muove. E le sperienze che ho intraprese e che formano l'oggetto della Memoria che sottopongo al giudizio dell'Accademia, mirano appunto a quello scopo.

La maniera d'osservazione che per l'acqua e per l'aria aveva per l'innanzi praticata, poteva è vero convenire ad altri gas o a liquidi di differente natura, ma non consentiva s'impiegassero corpi solidi. Era dunque di necessità avere ricorso ad altri principii, e a un metodo differente; ed ecco i principii su' quali mi sono poggiato. Già da gran tempo sappiamo che pei lavori di Malus, del sig. Biot e del sig. Brewster si tenga per dimostrato che se un raggio di luce polarizzata traversa una lamina inclinata di cristallo; il piano di polarizzazione non rimane in generale lo stesso nel raggio trasmesso, e nel raggio incidente: le refrazioni prodotte dalle due superficie della lamina fan sì che il piano di polarizzazione primitiva provi una rotazione di cui il valore dipende in pari tempo: 1°. dalla inclinazione del raggio sulla lamina del cristallo, o dall'angolo d'incidenza: 2°. dall'azimut del piano di polarizzazione primitiva riferita al piano di refrazione: 3°. dall'indice di refrazione della materia colla quale è formata la lamina.

E principalmente giova qui di prendere in considerazione l'influenza dell'indice di refrazione; l'angolo d'incidenza, e l'azimut rimanendo i medesimi, la rotazione è più grande, quanto la materia colla quale è fatta la lamina è fornita d'indice di refrazione più grande: e poichè l'indice di refrazione d'un corpo è inversamente proporzionale alla velocità della luce in questo mezzo, ne consegue che il valore della rotazione di-

pende dalla velocità colla quale la luce si propaga nella sostanza presa in esame: tale rotazione facendosi di tanto più grande di quanto la velocità della luce è più piccola. Adunque, se la velocità della luce venisse per qualsivoglia causa a cambiare nell' interno della sostanza, è dato prevedere che la rotazione varierà corrispondentemente e lo studio della velocità della luce può essere per tal modo ridotto ad osservare la rotazione del piano di polarizzazione, fenomeno che si constata con facilità.

Facciamoci adesso ad esaminare di qual maniera questo principio si accomodi a rintracciare le piccole variazioni della velocità che può provare la luce nel traversare un corpo solido in moto.

Anzi tutto è sembrato necessario determinare *il cambiamento, che l' aumentare o il diminuire il valore dell' indice di refrazione, induce nel valore della rotazione.* Nella Memoria sono riferite misure dirette e comparate degli indici di refrazione e delle rotazioni per il flint e pel cristallo ordinario: esse mostrano che aumentando l' indice d' una piccola frazione, la rotazione aumenta d' una frazione quattro volte e mezzo più grande.

Cerchiamo ora quale sia *il cambiamento di velocità che si può attribuire ad un raggio di luce nell' interno del cristallo, supponendo che il corpo si muova.*

Sebbene niuno esperimento abbia fino ad ora decisa la quistione, le probabilità maggiori conducono a supporre che il movimento del mezzo dia luogo per il cristallo ad un cambiamento di velocità nel raggio interno, simile a quello constatato per l' acqua dall' esperienza, e che tale cambiamento s' abbia a operare nell' un mezzo e nell' altro, giusta l' ipotesi di Fresnel; la quale meglio d' ogni altra si adatta a spiegare il fenomeno astronomico di Bradley e l' esperienza negativa di Arago sulla refrazione della luce stellare per mezzo d' un prisma di cristallo: refrazione che quel grande fisico aveva supposto dipendesse dal movimento della terra nella sua orbita e che l' esperienza ha mostrato rimanersi costante.

Pertanto a prevedere il valore del cambiamento di velocità, che per l' azione del moto, può avvenire nel raggio in-

terno al cristallo, possiamo a ragione far ricorso alla formula di Fresnel

Non è dato senza dubbio imprimere ad un corpo sottoposto all'esperienza, delle velocità che superino quella colla quale la terra si muove nella sua orbita; della quale velocità ci si forma un'idea a fatica, e difatti ella non è minore di 31000 metri per secondo. Questo movimento non apparisce ai nostri occhi, perciocchè e noi e i corpi tutti che ne circondano siamo di quello animati, ed esso ha luogo secondo una direzione che è sempre facile a determinarsi, sebbene per i nostri strumenti sia variabile nei differenti giorni dell'anno e nelle ore d'uno stesso giorno. Nei sostizi, per esempio, tale movimento è diretto orizzontalmente e a mezzo giorno dall'est verso l'ovest; di guisa che una lamina di cristallo che ricevesse un raggio di luce proveniente dall'ovest s'ha da considerare in realtà animata da una velocità di 31000 metri per secondo in direzione contraria a quella della propagazione della luce. Se all'opposto il raggio incidente viene dall'est, il cristallo si muove colla stessa velocità nella direzione nella quale la luce si propaga.

Il calcolo registrato nella Memoria conduce ad ammettere un cambiamento probabile di $\frac{1}{1550}$ nella rotazione prodotta dal cristallo per l'azione del movimento annuo terrestre, considerato in quelle due opposte direzioni.

Maniera di separare il raggio refratto valendoci di pile di cristalli.

I primi tentativi ebbero in mira di separare il raggio refratto, che solo volevasi osservare, dagli altri raggi reflessi dalle superficie del cristallo. Si è creduto necessario usare precauzioni specialissime a fine di separare del tutto il raggio diretto, e conservarlo in pari tempo in direzione sensibilmente parallela alla primitiva.

Di qual maniera fosse disposto l'apparecchio ottico per osservare le rotazioni.

Questo apparecchio che è descritto nella Memoria, permette di porre una serie di pile di cristalli lungo il corso di

un pennello di luce polarizzata parallela: il piano di polarizzazione primitiva determinandosi col mezzo di un cerchio graduato, la rotazione poi si misura su d'un altro cerchio graduato valendosi d'un conveniente analizzatore, e lo strumento può essere collocato in modo da studiare l'azione del moto terrestre nei fenomeni in discorso. Perchè la doppia osservazione potesse farsi con maggior comodo e rapidità, si sono posti due specchi fissi, l'uno all'est e l'altro all'ovest dello strumento e col mezzo d'un eliostata si dirige un pennello di luce solare alternativamente sull'uno e sull'altro specchio, donde è reflesso verso l'istrumento.

Le difficoltà più gravi che s'incontrano in questi esperimenti, sono quelle che provengono dalla tempera de' cristalli; e difatti, sebbene alquanti frammenti di cristallo di diversa natura siano stati esaminati con molta cura, tuttavia non è venuto fatto d'incontrarne alcuno che fosse del tutto privo di tempera. I tentativi fatti col ricuocere in vari modi i cristalli hanno condotto a diminuire la tempera, ma non già a toglierla del tutto, ed alcuni saggi speciali eseguiti in diverse officine di cristallo non hanno ottenuto migliori risultamenti; ciò non ostante è da credere che perseverando nei tentativi perverremo a superare questa difficoltà. Nondimeno facendo uso d'artifizii di compensazione e principalmente traendo profitto da una notevole proprietà di cui godono le pile di cristalli di amplificare per certi azimut le variazioni delle rotazioni, siamo pervenuti ad ottenere con dei cristalli, quantunque imperfetti, varii apparecchi di pile coi quali abbiamo potuto eseguire le sperienze registrate nelle seguenti tavole.

APPARECCHIO (A)					
DATE	NUMERO delle osservaz.		ECCESSO della rotazione per la direzione ovest	ORA media	OSSERVAZIONI
	verso l'est	verso l'ovest			
			0 ′ ″	h m	
Giug. 2	11	18	53	4	Eccesso calcolato nel sostizio a mezzogiorno da 45′ a 65′.
3	34	32	45	12.30	
4	54	57	60	12	
5	46	55	60	12	
	15	15	90	11.30	
6	15	15	20	1.45	
	20	20	23	4	
7	15	15	53	11.30	
8	25	25	38	2.30	
9	30	27	25	3.30	
13	30	31	54	12	
15	17	19	73	1	
	20	22	8	4	
16	12	13	1.29	11.45	In queste tre serie si è introdotto a bella posta un errore costante nell'apparecchio inclinando l'asse di rotazione, onde osservare l'influenza dell'ora in condizioni differenti da quelle delle osservazioni che precedono.
	12	15	1.15	2.15	
	21	18	1 1	4	
20	17	21	42	3	
21	27	29	57	12 15	Da questa serie in poi è stato aggiunto all'apparecchio un cannocchiale destinato ad assicurare l'identità di direzione del raggio nelle due posizioni dell'apparecchio.
	21	15	31	4	
24	40	41	46	12.15	Eccesso inverso, vale a dire per la direzione est.
	20	22	— 7	4	
27	10	10	53.30	1.30	Da questa serie in poi si è reso più solido l'apparecchio coll'aggiunta di due lunghi tubi di cristallo.
	10	10	37	3	
	10	10	23.30	4	
28	11	12	60	12	
30	20	20	32	2.30	
Luglio 1	26	23	53.30	12.45	
2	24	20	49	11.30	A fine di evitare le flessioni e conservare l'asse in direzione verticale si è unito all'apparecchio un filo a piombo.
	15	15	25.30	4	
3	25	15	39	11.15	
	15	15	19	4	
4	10	10	39	1	
	16	16	9.30	4	
5	10	20	56.30	1	Uno degli specchi (quello dell'est) apparendo difettoso: diviso l'altro in due parti, una di esse si è posta all'est, e l'altra all'ovest.
	10	10	26	3	

			Continuano le osservazioni all' APPARECCHIO (A)		
6	20	20	55.30	12.15	
	10	10	25	2.30	
	10	10	25.30	3.45	
7	10	15	47	2.30	
	10	14	30	4	
8	10	20	62	11.15	Cambiando d'un poco la direzione del raggio, e aggiungendo un diafragma, le immagini sono divenute più nitide.
	10	20	50	12.45	
	11	12	43	2.45	
	10	10	19	4	
9	8	8	55.	10.45	Osservazioni alternate di due in due, onde diminuire l' influenza dei cambiamenti di temperatura.
	10	10	59	12.30	
	10	10	43	2.45	
	10	10	26	4	
11	10	10	44	10.30	
	10	10	59	12.30	Serie di quattro ore fatta con speciali precauzioni.
	14	14	28	4	
12	10	10	59	1	
	10	10	27	4	
13	16	16	50	12.30	
	14	14	31	4	
14	10	10	43	1	A 14 sono state invertite le posizioni degli specchi; una pila oscillava sul suo sostegno a causa dell'azione del calore su i sugheri.
	10	10	42	2	
	10	10	5	3.45	
15	10	10	60	12.15	
			APPARECCHIO (B)		
Sett. 18	11	13	81′	3hm	Eccesso calcolato al sostizio a mezzogiorno da 120′ a 140′.
20	14	18	139	2	
24	16	16	128	1.15	È posto in luogo dello specchio dell'eliostato un prisma a reflessione totale: osservazioni fatte con un cristallo giallo.
Ottob. 5	10	10	120	1.30	
6	8	4	155	2.45	Dispersione dei piani dei colori compensata con una boccia d'essenza di cedro.
			APPARECCHIO (C)		
Ott. 17	15	15	55′	1h30m	Eccesso calcolato nel sostizio a mezzogiorno di 50′ a 60′.
17	13	23	50	2.45	
22	12	11	38	3.15	Azimut di polarizzazione in una posizione non favorevole.
17	17	18	32	2	
24	23	25	45	2	Posizione differente dell' azimut di polarizzazione.

E queste tavole racchiudono i risultamenti a' quali sono fino ad ora pervenuto, toltone soltanto quelle serie che erano evidentemente false, o per errori constatati o perchè, a cagione d'interruzioni occasionale dalle nubi, erano fatte con un numero non bastevole di osservazioni.

Affinchè nelle medie non rimanessero cagioni d'incertezza, abbiamo ripetuto le misure quanto più ci è stato possibile ed il numero di esse supera 2100.

Di contro ai numeri ottenuti abbiamo posto l'indicazione della data, e l'ora media delle osservazioni. Perchè potessero immediatamente compararsi, faceva bisogno ridurle al medesimo giorno e all'istessa ora, ma non ci è bastato il tempo per condurre ad effetto quei calcoli; nondimeno si scorgono fin d'ora alcune conseguenze, le quali derivano spontaneamente da tutte queste determinazioni e sono quelle che seguitano.

1ª. Facendo l'osservazione circa mezzogiorno, le rotazioni prodotte dalle pile di cristalli, sono sempre maggiori se l'apparecchio è rivolto all'ovest, da quando è volto all'est.

2ª. L'eccesso della rotazione osservata sembra massima a mezzogiorno nel sostizio ed è minore avanti e dopo quella ora; circa le quattro è appena sensibile.

3ª. I valori numerici dedotti dalle differenti serie d'osservazioni presentano notevoli differenze; delle quali si possono indurre, ma per ora non è dato determinare con sicurezza le cagioni.

4ª. I valori dell'eccesso della rotazione calcolato, tenendo conto dell'azione del movimento annuo della terra, si approssimano d'assai al maggior numero di quelli dedotti dall'osservazione.

5ª. Siamo adunque condotti dalla ragione e dalla esperienza ad ammettere sia probabilissimo, che l'azimut di polarizzazione del raggio refratto venga in realtà modificato dal movimento del mezzo refrangente, e che il moto della terra eserciti una azione di tale natura nelle rotazioni prodotte dalla luce polarizzata col mezzo di pile di cristalli inclinati.

Queste esperienze le continueremo, facendo uso d'un apparecchio che tra breve sarà condotto a termine, e le cui parti

sono convenientemente adattate alla natura di queste indagini; e con esso potremo darle quella estensione che è richiesta dall'importanza del soggetto.



TEMPERATURA DELL'ACQUA ALLO STATO SFEROIDALE; METODI ANALITICI FONDATI SULLO STATO SFEROIDALE DE'CORPI, E NUOVO PROCESSO PER LA RICERCA DELL'IODIO; DI S. DE LUCA.

Debbonsi al sig. Boutigny le più belle osservazioni sullo stato sferoidale de' corpi. Io ho profittato di questo stato per talune ricerche analitiche fondate sulla colorazione de' corpi, tanto più che lo stato sferoidale rallenta l'evaporazione de' liquidi, concentra le soluzioni allungate ed abbassa il punto di ebbollizione delle diverse sostanze.

Il sig. Boutigny assegna all'acqua allo stato sferoidale la temperatura di circa 96 gradi, che egli ha determinata immergendo un termometro nella parte centrale dello sferoide. Però io ho osservato che se il grado di calore non si eleva al di là di 96° nell'acqua allo stato sferoidale, può però questo stesso liquido trovarsi ad una temperatura anche al disotto 60 gradi.

Infatti sottoponendo all'azione progressiva del calore l'ioduro di amido in sospensione nell'acqua, la tinta azzurra comincia a rendersi meno intensa verso 50 gradi e la decolorazione completa della soluzione avviene alla temperatura di 80 gradi. In conseguenza l'ioduro di amido non può esistere allo stato colorato al calore menzionato di 80 gradi.

Si prenda ora una cassula di platino e si riscaldi al rosso scuro, versando in essa una sola goccia di soluzione di ioduro di amido, la colorazione azzurra di questo composto persiste fino all'intera scomparsa dello sferoide se la temperatura della cassula si mantiene elevata. Io ho osservato che la temperatura dello sferoide si abbassa maggiormente quando il vaso in cui è contenuto trovasi ad una temperatura più elevata.

Se la stessa sperienza volesse tentarsi alla temperatura cui lo sferoide si produce, cioè ad un calore non molto elevato, essa non riuscirebbe, poichè vi sarebbe contatto tra le parti riscaldate e lo sferoide, ed il calore propagandosi con facilità decolorerebbe l'ioduro di amido.

La presenza di qualche acido nell'ioduro di amido produrrebbe lo stesso fenomeno di decòlorazione, per la nota azione degli acidi sull'amido che trasformano in glucoso.

I liquidi dunque allo stato sferoidale possono trovarsi ad una temperatura più bassa di quella finora loro assegnata: essa è in relazione con quella de' vasi ne' quali si fanno tali sperienze.

La bassa temperatura de' corpi allo stato sferoidale si dimostra anche per mezzo di taluni liquidi che tengono in soluzione delle sostanze gassose. Infatti si sa che l'acqua ammoniacale e la soluzione di cloro perdono interamente l'ammoniaca ed il cloro colla semplice ebbollizione del liquido: però se queste soluzioni di ammoniaca e di cloro si facciano passare allo stato sferoidale, esse presentano fino alla fine le reazioni che appartengono a queste sostanze. È per tal ragione che l'ammoniaca allo stato sferoidale colora in azzurro una soluzione allungata di solfato di rame, e che l'acqua di cloro trovandosi allo stesso stato mette in libertà l'iodio dell'ioduro di potassio, ed il bromo del bromuro di potassio. Tali reazioni sono nette e precise e di una grandissima semplicità.

Le sperienze che seguono interesseranno certamente tutti coloro che si occupano di analisi e di ricerche chimiche qualitative.

1°. Prendasi un sale di rame sciolto in grandissima quantità di acqua, si faccia passare una goccia di questo liquido allo stato sferoidale e vi si aggiunga un'altra goccia di una soluzione allungata di prussiato giallo di potassa: le due goccie si riuniranno ed in tale istante produrranno un solo sferoide con una tinta rossa che aumenta col progresso dell'evaporazione.

2°. Un sale di protossido di ferro dà col prussiato giallo di potassa uno sferoide di un bell'azzurro.

3°. Un sale di perossido di ferro dà col solfocianuro di potassio uno sferoide di color rosso intenso.

4°. Un sale solubile di piombo dà col cromato di potassa uno sferoide giallo e trasparente che in fine diviene opaco.

5°. Il nitrato di argento dà col cromato di potassa uno sferoide rosso magnifico.

6°. Un sale di piombo dà coll' ioduro di potassio uno sferoide di un giallo bellissimo.

7°. Il sublimato corrosivo dà coll' ioduro di potassio uno sferoide di un bel rosso: se uno de' reattivi è in eccesso la colorazione scomparisce, ma è facile ripristinarla aggiungendo il reattivo ch' è in difetto.

8°. L' arseniato di potassa dà col nitrato di argento uno sferoide color rosso mattone.

Tali reazioni sono di una grande sensibilità, e si fanno in una cassula di platino riscaldata quasi al rosso nella quale s' introducono i reattivi per mezzo di tubi effilati da una parte.

Il seguente metodo da me messo in pratica per la ricerca dell' iodo è fondato su' seguenti dati: 1°. l' acqua di cloro allo stato sferoidale perde con estrema lentezza il cloro; 2°. la soluzione acquosa di bromo allo stato sferoidale perde anche essa con molta lentezza il bromo; 3°. l' acido nitrico allo stato sferoidale mette in libertà l' iodio dell' ioduro di potassio e lo sferoide prende una tinta rossa più o meno intensa; 4°. la soluzione opalina di amido non filtrata colora in azzurro l' iodio dell' ioduro di potassio quando è messo in libertà dal cloro o dal bromo, ma la colorazione non si produce coll' acido nitrico, il quale altera la natura dell' amido.

La soluzione di ioduro di potassio sulla quale ho esperimentato è formata con 1 litro di acqua distillata ed 1 grammo di ioduro: 1 centimetro cubo di questa soluzione si divide in 15 gocce per mezzo di una piccola buretta. L' acqua di cloro è stata preparata alla temperatura di 12 gradi, e la soluzione di bromo è stata fatta con un eccesso di bromo agitato nell' acqua distillata.

I particolari del processo sono i seguenti: Si riscaldi quasi al rosso sopra una lampada ad alcole a doppia corrente una piccola cassula di platino, e vi si projetti una goccia della soluzione indicata di ioduro di potassio, quindi una goccia di cloro, di bromo o di acido nitrico; lo sferoide prende una tinta rosea che persiste

per qualche tempo. Se vi è ancora dell' ioduro indecomposto, altre gocce di cloro o di bromo coloreranno nuovamente lo sferoide.

Volendo ottenere la colorazione azzurra, bisogna operare con molta delicatezza. Prima di tutto è necessario introdurre nella cassula la soluzione di ioduro di potassio e poi contemporaneamente la soluzione di amido e l' acqua di cloro, ovvero la soluzione di amido e l' acqua di bromo: l' ioduro di amido azzurro si produce istantaneamente, e la colorazione persiste fino all' intera scomparsa dello sferoide. Si opera sempre sopra una goccia di ogni reattivo; ma in tal caso la colorazione è estremamente intensa comunque non vi fosse nello sferoide che $^1/_{15}$ di milligrammo di ioduro di potassio. Impiegando soluzioni più allungate in modo che una goccia contenga $^1/_{100}$ ed anche $^1/_{1000}$ di milligrammo di ioduro di potassio, le colorazioni anche si producono, ma in modo più debole. Le soluzioni di iodio e di bromo non debbono contenere acidi liberi, e l' ioduro di potassio dev' essere perfettamente neutro.

Spesso, nel ripetere tali sperienze, mi è occorso di versare lo sferoide colorato di ioduro di amido, dalla cassula di platino in un bicchiere di vetro: in tal caso la colorazione si mantiene. Versando poi questo stesso ioduro di amido dal bicchiere nella cassula riscaldata, il liquido prende lo stato sferoidale e la colorazione azzurra persiste.

Il nuovo processo da me descritto ed i metodi analitici di cui ho fatto menzione, oltre di presentare una grande sensibilità, non mancano di una certa eleganza, e possono essere oggetto di sperienze ne' pubblici corsi di chimica.

Le ricerche sopra questa nuova via sperimentale saranno da me proseguite, particolarmente nello scopo di determinare i limiti di sensibilità di taluni reattivi.



SUI SUONI DI COMBINAZIONE; NOTA DEL DOTT. R. FABRI.

Il fenomeno dei suoni di combinazione, e di battimenti, risultanti da due suoni simultanei, ha richiamato recentemente

l'attenzione di taluni fisici; giacchè mentre si tiene per indubitata la loro origine nella coincidenza delle vibrazioni dei due suoni, quelli di combinazione che risultano dal calcolo applicato all'ipotesi delle coincidenze, in molti casi, non sono uguali a quelli che hanno riconosciuto abili sperimentatori.

In fatti secondo la teorica in uso, se m ed n esprimono in numeri intieri i due suoni, ed f il loro massimo comun divisore, il suono risultante sarà espresso da f, e quindi nel caso di m, n primi fra loro, il suono risultante sarà indicato coll'unità. Al contrario le sperienze di Hällström hanno mostrato che il suono di combinazione è $m-n$, posto $m>n$, e che vi ponno essere anche altri suoni risultanti più difficilmente riconoscibili, come $2n-m$, $2m-n$, ec. In seguito il sig. Helmholtz, dopo aver verificato, queste sperienze, ha trovato altri suoni di combinazione, che esso chiama di *sommazione*, i quali sono indicati da $m+n$, $2m+n$, ec.

Senza venire a discutere le nuove ipotesi, che si sono riportate per ispiegare questi fenomeni, creduti incompatibili colla antica teorica, lo scopo di questa nota è di provare, che tutti questi suoni di combinazione si spiegano benissimo colle coincidenze delle vibrazioni, purchè si interpreti convenientemente questo fenomeno.

Non è difficile il vedere che, volendo il suono risultante sia 1, nel caso di m, n primi fra loro, e differenti l'un dall'altro più della unità, si ammette implicitamente che le coincidenze non producono effetto sensibile tranne, quando si succedono, dopo un numero intiero di vibrazioni di ciascun suono. D'altronde nulla ci fa supporre che una coincidenza non debba produrre un rinforzo di suono in qualunque punto avvenga, e se vogliasi che solo le coincidenze corrispondenti alla massima fase delle vibrazioni sieno capaci di produrre un battimento, anche col principio ammesso, non si interpreterebbe esattamente il fenomeno, perchè converrebbe aggiungere un'altra condizione, che cioè che i due corpi sonori cominciassero le loro vibrazioni in guisa, da produrre la prima coincidenza nella massima fase delle due vibrazioni, senza di che non si udrebbe nè battimenti, nè suoni risultanti; ciò che l'esperienza mostra non esser vero; giacchè quando due corpi sonori hanno

prodotto un certo suono di combinazione, lo producono sempre qualunque sia lo stato iniziale relativo delle loro vibrazioni.

Siano μ, ν i numeri delle vibrazioni di due suoni m, n, comprese fra una coincidenza e l'altra; e sia r il numero di queste coincidenze comprese nell'unità di tempo, sarà

$$r\,\mu = m,\; r\,\nu = n.$$

Volendo che fra le μ vibrazioni del 1 suono, e fra le ν del 2 suono non esista alcuna coincidenza, dovrà essere

$$\mu - \nu = 1.$$

Dopo ciò, il suono risultante r sarà dato dalla formola seguente.

$$r = \frac{r\mu - r\nu}{\mu - \nu} = \frac{m - n}{\mu - \nu} = m - n.$$

Se m ed n sono primi fra loro, μ, ν saranno frazioni, ma non per questo la condizione $\mu - \nu = 1$ sarà men giusta.

Questo suono risultante di differenza, sembra essere il solo che siasi trovato, combinando due suoni scevri affatto di suoni armonici.

Se poi insieme ai suoni m, ed n esistano anche gli armonici $2m$, $3m$... $2n$, $3n$..., vi potranno essere dei suoni di combinazione $m - n$, può combinarsi coll'armonico $2m$, e formare un nuovo suono.

$$2m - (m - n) = m + n.$$

Ugualmente si avranno i suoni di combinazione che il sig. Helmholtz chiama *di sommazione di second'ordine*, come

$$3m - (m - n) = 2m - n.$$

Finalmente osserverò che esiste una diversità notevole fra i suoni di *sommazione*, e quelli di *differenza*; perchè mentre questi provengono dalla combinazione di due suoni, quelli a

stretto rigore, hanno origine dalla combinazione di tre suoni. In fatti p. e. il suono

$$m + n = 2m - (m - n),$$

nasce dalla combinazione dei suoni m, n, $2m$.



SULLA COSTITUZIONE DEGLI SPETTRI ELETTRICI DEI VAPORI E DEI GAS ; M. PLÜCHER.

(*Poggendorff's Annalen* T. CVII. p. 497. *Agosto* 1859. *Annales de Chim. et de Phys. Dicembre* 1859).

Traduzione.

L'importanza che vi sarebbe di conoscere bene le linee luminose dello spettro della luce elettrica affine di sostituirle in molte esperienze, alle linee nere della luce solare, ha tratta l'attenzione del sig. Plücher. Indipendentemente dal vantaggio che si troverebbe nella possibilità di riprodurne a piacere gli spettri elettrici in qualunque istante, vi ha una particolarità delle linee della luce elettrica che ne renderebbe l'applicazione utile e comoda in molti casi. Le diverse specie di spettri elettrici, specialmente lo spettro della luce prodotto nell'idrogeno, sono assolutamente discontinue, e composte di un piccolo numero di fasci luminosi differenti e completamente omogenei, dimodochè allargando la fenditura nella quale si fa giungere la luce, la quale è poscia decomposta dal prisma, si possono allargare di molto le linee luminose di cui lo spettro è costituito, senza alterare la nettezza dei loro limiti.

Si può per tal modo sperimentare con luci d'intensità me-

diocre, e osservando col cannocchiale del teodolite il mezzo di una di queste strisce, si ottiene la medesima precisione che quando ci serviamo della luce solare.

Per le medesime ragioni queste linee esigono per esser vedute un' esattezza d' esperienza molto meno perfetta di quella necessaria alle sperienze sulla luce solare. Per es. si possono vedere con prismi mediocremente omogenei o imperfettamente trasparenti, e servirsene per istudiare le proprietà ottiche di sostanze di cui si potrebbe tutt' al più misurare assai grossolanamente l' indice di refrazione coi mezzi ordinarii.

Il sig. Plücker ha preso per sorgenti di luce dei tubi di Geissler di piccolissimo diametro, nei quali aveva lasciato tracce di diversi gas. Egli otteneva così una linea luminosa ch' egli riguardava qualche volta direttamente attraverso di un prisma montato sul centro di un teodolite analogo a quello di Fraunhofer. Altre volte egli avvicinava la sorgente di luce all' apice di un goniometro di Babinet, la cui graduazione permetteva di leggere anche i mezzi minuti. Questa ultima disposizione aveva il vantaggio di permettere d' impiegare tubi luminosi più larghi. Bastava che la fenditura fosse fatta senza che perciò fosse necessario di ridurne il diametro apparente al di sotto di tre minuti.

Gli spettri osservati in tali circostanze devono essere probabilmente considerati come altrettanti spettri di gas portati all' incandescenza mediante il passaggio della corrente. Tale è almeno la opinione più verisimile che ci possiamo formare del modo di produzione della luce elettrica.

Idrogeno e vapore d'acqua. I tubi di Geissler nei quali si è lasciato dell' idrogeno o del vapore di acqua, danno spettri perfettamente identici, e la ragione è facile ad intendersi. Il vapore di acqua è prontamente decomposto dal passaggio della elettricità, l' ossigeno è assorbito dal platino dell' elettrode negativo, e l' idrogeno solo rimane in libertà. Questo spettro è formato di tre linee luminose che hanno presso a poco le posizioni delle tre linee C, F, G, di Fraunhofer, la prima è rossa e di splendore abbagliante; la seconda è verde tendente al bleu ed essa pure luminosissima; la terza è violetta ma assai debole. Gl' indici di refrazione di queste tre linee per rapporto al

prisma di *vetro pesante* di cui si serviva il sig. Plücker sono stati i seguenti:

$$\mu_\alpha = 1{,}70800$$
$$\mu_\beta = 1{,}73255$$
$$\mu_\gamma = 1{,}74810 .$$

Per rapporto al medesimo prisma, gl'indici delle tre linee C, F, G di Fraunhofer sono stati:

$$\mu_C = 1{,}70770$$
$$\mu_F = 1{,}73255$$
$$\mu_G = 1{,}74980 .$$

Il sig. Plücker si è servito dei valori di μ_C e di μ_G per calcolare le costanti a e b della formula

$$\mu = a + \frac{b}{\lambda^2} ,$$

la quale, secondo la teorica del sig. Cauchy, è propria a rappresentare gl'indici di refrazione di un medesimo mezzo in funzione della lunghezza della ondulazione della luce, almeno in modo approssimato.

In seguito questa medesima formula gli ha permesso di calcolare la lunghezza dell'ondulazione di una luce qualunque meno refrangibile della linea F, e particolarmente poi della luce della linea α nello spettro dell'idrogeno.

Per calcolare la lunghezza dell'ondulazione corrispondente alla linea γ, egli ha fatto uso di un'altra formula

$$\mu = a' + \frac{b'}{\lambda^2} .$$

le cui costanti a', b' erano state determinate per mezzo dei valori di μ_F e di μ_G. Quest'ultima formula ha servito all'Autore nel processo del suo lavoro, per trovare la lunghezza dell'ondulazione delle luci più refrangibili della linea F. Egli ha ottenuto per tal modo per le tre linee dello spettro dell'idro-

geno i valori seguenti, espressi in dieci millionesimi di millimetro:

$$\lambda_\alpha = 6533$$
$$\lambda_\beta = 4843$$
$$\lambda_\gamma = 4339 .$$

Ossigeno. In un tubo a elettrodi di platino, l'ossigeno è assorbito prontamente e le osservazioni sono impossibili. Si evita questo inconveniente servendosi di elettrodi di alluminio. Si ottiene così uno spettro in cui le tre linee dell'idrogeno sono spesso visibili a cagione della umidità che probabilmente si è lasciata nei tubi, ma che contiene inoltre nove linee speciali, tra le quali ve ne sono quattro luminosissime. I colori, gl'indici e le lunghezze delle ondulazioni di queste quattro linee principali sono registrate nella tabella seguente

Nome delle linee	Colore	Indice	Lunghezza dell'onda.
α	Rosso	1,7118	6150
β	Verde	1,7231	5328
γ	Verde	1,7256	5185
δ	Violetto	1,7470	4367 .

Azoto. Lo spettro dell'azoto offre una particolarità che non si ritrova nello spettro di nessun altro gas. La sua estremità più refrangibile, dal rosso al mezzo del giallo, non ha l'aspetto di un sistema di linee luminose isolate, ma ha quello di uno spettro continuo, solcato da diciassette linee oscure. Vengono in seguito undici linee luminose, o per dir meglio undici gruppi di linee luminose, che si prestano male a precise determinazioni. Perciò il sig. Plücker non ha creduto di misurare che solo gl'indici di rifrazione e quindi le lunghezze delle ondulazioni, delle linee 3ª, 11ª, 17ª oscure. Questi elementi sono contenuti nella tabella seguente:

Nome dei raggi	Colore	Indice	Lungh. dell'onda
3	Rosso	1,7073	6610
11	Rosso aranciato	1,7125	6089
17	Giallo	1,7166	5762 .

Vapore di mercurio. Lo spettro contiene le linee dell'idrogeno e sei altre linee caratteristiche. Ecco gli elementi relativi alle tre principali.

Nome dei raggi	Colore	Indice	Lungh. dell'onda
α (doppia)	Giallo	1,7163	5782
		1,7166	5759
β	Verde	1,7209	5461
γ	Violetto	1,7473	4359 .

Vapore di sodio. Per ottenere lo spettro del vapore di sodio si è preso un tubo a elettrodi di platino presentante un rigonfiamento laterale in cui s'introduceva un frammento di sodio; lo si riempiva di acido carbonico, vi si faceva in seguito il vuoto più perfetto possibile e lo si chiudeva. Il passaggio della elettricità ha decomposta la umidità rimasta nel tubo; l'ossigeno combinandosi al sodio ha formato della soda che ha assorbito la totalità di acido carbonico e non si è ottenuto che lo spettro dell'idrogeno purò. Ma appena si è scaldato il sodio alla lampada che si è veduto apparire la linea caratteristica di questo metallo. Il sig. Plücher ha constatato di nuovo che questa linea coincideva pienamente con la linea D di Fraunhofer.

Vapore di bromo. In questo vapore si ravvisano diciannove linee luminose. La tabella seguente contiene gli elementi relativi alle quattro linee principali:

Nome delle linee	Colore	Indice	Lungh. dell'onda
α	Verde	1,7259	5169
β	Bleu	1,7339	4793
γ	Id.	1,7346	4766
δ	Id.	1,7367	4691 .

Cloro. in questa sostanza sono necessari elettrodi in alluminio. Si distingue nello spettro un primo gruppo α di quattro linee verdi vicinissime tra loro, poi una larga linea verde β che probabilmente è doppia, tre linee verdi debolissime, e infine un gruppo γ di quattro linee bleu assai luminose. La ta-

bella seguente contiene gli elementi relativi alle parti medie dei tre gruppi α, β, γ:

Nome delle linee	Colore	Indice	Lungh. dell' onda
α	Verde	1,7211	5451
β	Id.	1,7250	5216
γ	Bleu	1,7339	4792 .

Vapore di bicloruro di stagno. In questo vapore sono necessarj gli elettrodi in alluminio. Lo spettro presenta le tre linee caratteristiche, gli elementi delle quali sono i seguenti:

Nome delle linee	Colore	Indice	Lungh. dell' onda
α	Rosso	1,7088	6445
β	Giallo	1,7151	5794
γ (doppia)	Giallo	1,7191	5584
		1,7194	5563
δ	Verde	1,7230	5333
ε	Violetto	1,7418	4524 .

Vapore di cloruro di silicio. In questo vapore le osservazioni sono difficili. Il vapore si decompone ordinariamente assai presto e non si osserva allora più che lo spettro del cloro. Il sig. Plücker non ha potuto fare altra osservazione che sopra un solo tubo, ed ha ottenuto in questo caso le linee dell' idrogene, quelle del cloro e cinque altre linee caratteristiche. Gli elementi delle tre principali sono i seguenti:

Nome delle linee	Colore	Indice	Lungh. delle onde
α	Rosso	1,7100	6329
β	Aranciato	1,7138	5978
γ (doppia)	Verde	1,7282	5050
		1,7285	5036 .

Le due altre linee sono violette oscurissime.

Vapori di diversi cloruri. I vapori di cloruro di titanio, del percloruro di antimonio, dell' ossicloruro di cromo, del cloruro di bismuto non somministrano che lo spettro del cloro

dipendentemente dalla loro decomposizione. L'acido cloridrico dà ad un tempo da prima e lo spettro del cloro e quello dell'idrogeno, ma ben tosto lo spettro dell'idrogeno è il solo che persiste. Il bromuro di silicio non dà che lo spettro del bromo.

Acido carbonico. Lo spettro ottenuto in questo acido non è costante. Una linea luminosa rossa che presenta dapprima alla sua estremità meno refrangibile impallidisce a poco a poco e finisce con scomparire. Nello stesso tempo le modificazioni che subiscono gli elettrodi ci svelano la loro ossidazione dimodochè si può presumere che lo spettro che persiste è quello dell'ossido di carbonio. Esso si compone allora di sette linee caratteristiche. La tabella seguente contiene gli elementi relativi a queste linee, le quali hanno potuto essere determinate con precisione. Vi si è inoltre aggiunta la linea rossa di cui è stato parlato e che è stata distinta con la lettera α. (1)

Nome delle linee	Colore	Indice	Lungh. delle onda
α	Rosso	»	»
β (tripla)	Aranciato	»	»
γ	Giallo verdastro	1,7188	5599
δ	Verde	1,7255	5190
ε	Bleu	»	»
ζ	Violetto	1,7425	4501
η	Id.	1,7454	4382
θ	Id.	»	»

Acido acetico anidro. Si osservano in questo spettro le tre linee dello spettro dell'idrogeno, le quattro linee principali β, γ, δ, e ζ dello spettro dell'ossido di carbonio e due linee violette debolissime di cui è difficile indicare l'origine. Da ciò si vede che l'acido acetico è decomposto dal passaggio dell'elettricità.

Alcool ed etere solforico. Queste due sostanze non danno che la sovrapposizione degli spettri dell'idrogeno e dell'acido carbonico.

(1) La linea β è così poco precisa e le linee ε, θ sono così oscure che non poterono prestarsi ad esatte osservazioni.

Solfuro di carbonio. In questa sostanza non si osservano che gli spettri dell'idrogeno e di ossido di carbonio sovrapposti. La formazione di questi due gas è dovuta alla mutua reazione del solfuro di carbonio e del vapore di acqua. Si vede nel medesimo tempo decomporsi del solfuro.

Vapore di jodio. In questo vapore sono necessarj gli elettrodi di alluminio. Conviene inoltre introdurre il vapore di jodio in un tubo da cui l'aria è stata tolta mediante una corrente d'idrogene. Si scorgono allora tra le tre linee d'idrogene nove linee caratteristiche, i cui elementi sono i seguenti (1):

Nome delle linee	Colore	Indice	Lungh. delle onde
α (quadrupla)	Rosso	»	»
β	Aranciato	1,7142	5947
γ (quadrupla)	Verde	»	»
δ	Id.	1,7229	5337
ε	Id.	1,7261	5157
ζ	Bleu	1,7376	4661
η	Id.	1,7385	4629
θ	Violetto	1,7443	4446
ι	Id.	1,7527	4215.

Protocloruro di fosforo. Si scorgono nello spettro le linee del cloro e tre altre linee caratteristiche, i cui elementi sono i seguenti:

Nome delle linee	Colore	Indice	Lungh. delle onde
α	Rosso	1,7084	6493
β	Aranciato	1,7133	6024
γ	Violetto	1,7397	4591.

Sarebbe naturale di attribuire queste tre linee al vapore di fosforo, se d'altra parte esperienze dirette non avessero mostrato al sig. Plücker che il vapore di fosforo arresta assolutamente il passaggio della elettricità. Il problema rimane ancora indeterminato.

(1) Le linee α e γ non si prestano a determinazioni precise.

DELLA PRESENZA DEL FERRO OLIGISTO NEI GIACIMENTI OFIOLITICI DI TOSCANA; NOTA DEL PROF. CAV. G. MENEGHINI.

I giacimenti ofiolitici di Toscana, nei quali tanto abbondano i solfuri di rame e di ferro, scarseggiano grandemente di altri minerali metallici, nè il ferro oligisto vi era mai stato finora avvertito dagli Autori. Sembra quindi meritevole di notizia il fatto della presenza di esso minerale nei terreni serpentinosi, i quali hanno grandissimo sviluppo nella concessione mineraria di Libbiano, recentemente intrapresa a coltivare dalla Società Anglo-Toscana.

Ma, in geologia come in tutte le scienze, la importanza di ogni nuovo fatto che si annuncia è sempre relativa alle connessioni più o meno numerose con altri fatti analoghi, che precedentemente si conoscevano; e bene spesso avviene che, a prima giunta, quella importanza non balzi subito all'occhio nella sua intierezza. Tale ci sembra essere il caso nostro; e, per farlo apprezzare, ci troviamo nella necessità di ritornare su particolari litologici e cronologici, che agli studiosi della geologia toscana sono già resi famigliari, ma che non entrarono ancora se non incompletamente nel dominio della scienza (1).

(1) Nelle *Considerazioni sulla Geologia della Toscana*, che il prof. Paolo Savi ed io aggiungemmo (1851) alla traduzione della memoria del Murchison *sulla struttura geologica delle Alpi, degli Apennini e dei Carpazii*, quantunque ci proponessimo di trattare più particolarmente delle formazioni sedimentari, pure non omettemmo (p. 501, e seg.) una ordinata esposizione di quanto fino allora eravamo giunti a conoscere sulla cronologia delle eruzioni serpentinose; delle differenze litologiche e delle connessioni geologiche delle quali, il Savi stesso aveva, molto prima, diffusamente trattato: *Delle rocce ofiolitiche della Toscana e delle masse metalliche in esse contenute*, memoria inserita in vari numeri del *Nuovo Giornale de' Letterati*, ann. 1838-39, e riprodotta, come seconda parte del volume che porta per titolo: *Memorie per servire allo studio della costituzione fisica della Toscana*. Pisa 1839. Nella memoria sulla geologia Toscana, colla quale il prof. Ig.° Cocchi accompagnava il catalogo delle relative collezioni mandate dall'Istituto tecnico di Firenze alla esposizione di Pairgi, era pure chiaramente esposta, nell'ordine cronologico, la distinzione litologica delle nostre rocce eruttive ed in particolare delle ofioliti-

È opinione frequentemente ripetuta, ed avvalorata dal giudizio di grandi uomini (1), che le eruzioni serpentinose sieno, in Toscana non solo, ma ben anche in tutta Italia, intimamente collegate coi grandi rilievi orografici della penisola e sue dipendenze, se non come causa efficiente almeno come sintomo concomitante dell'azione plutonica sollevatrice. Il Savi invece ha dimostrato che i rilievi del suolo dovuti alle eruzioni serpentinose costituiscono un sistema orografico distinto ed indipendente; e tutti gli studii posteriori a quei suoi primi e poco conosciuti lavori, studii ai quali mi dò vanto di avere, in questi ultimi undici anni, preso costantemente parte attiva, hanno pienamente confermato essa indipendenza. La catena Apenninica; la catena metallifera; le serie parallele di gruppi serpentinosi; e le eruzioni granitiche e porfiriche, collegate alla formazione dei coni vulcanici riacolitici e tefrinici, costituiscono in Toscana quattro sistemi orografici, i quali vicendevolmente si compenetrano e si complicano, ma serbano evidente, nei monumenti della geologica struttura, una storia speciale. Ed è sopra tutto a notare che la differenza rispettiva di ciascuno de' quattro sistemi non risiede esclusivamente nella direzione, o nella natura litologica e neppure nell'epoca della emersione: in ciascuno dei quattro, si succedettero più o meno numerosi avvenimenti geologici in epoche successive, per cui si può dire che procedessero presso-

che, con l'aggiunta anche di osservazioni posteriori alla publicazione superiormente citata (*Description des roches ignées et sédimentaires de la Toscane, suivie d'un catalogue détaillé de ces roches dans leur ordre de succession géologique*. Paris 1856). Con tutto ciò, in un recentissimo volume (*Dufrénoy*, *Traité de Minéralogie* 2.me éd. IV. 1859, p. 322), si onora di benevola citazione il mio *Rapporto* (1855) sui lavori intrapresi a Bisano, in cerca di giacimenti cuprici dalla Società mineraria Bolognese, come se le cose ivi sommariamente esposte fossero nuove per la scienza; e riferendone qualche brano sconnesso, s'induce sull'argomento, non solamente oscurità, ma decisa ed inestricabile confusione. Lo stesso è fatalmente avvenuto delle note, colle quali il sig. Vit.° Pecchioli accompagnava le collezioni da lui mandate al Museo Vosgiano (*Rapport sur les objets concernant l'histoire naturelle déposés au Musée Vosgien pendant l'année* 1853, p. 54, 55).

(1) *On the vents of hot vapour in Tuscany, and their relations to ancient lines of fracture and eruption. By Sir* Roderik Impey Murchison, *in the Quarterly Journal of the geolog. Soc. London*, VI. p. 367.

chè paralleli nel tempo, e con quella complicazione successivamente crescente di effetti, che moltiplicò in modo così sorprendente la varietà e la importanza scientifica dei fenomeni geologici in questo bel paese.

Le eruzioni serpentinose, benchè largamente estese e copiosamente disseminate, non rimangono peraltro meno chiaramente distinte dagli altri tre sistemi orografici, a ciascuno dei quali più o meno si associano. Nella porzione Toscana della catena dell'Apennino e nei suoi contrafforti, compariscono così rade e così fuori di correlazione colla generale configurazione e coi profili montuosi, che già anche da questo solo dato si avrebbe argomento sufficiente a credernele indipendenti (1). Ma che realmente lo sieno, chiaramente poi lo prova la loro storia, giacchè esse masse serpentinose del nostro Apennino, e quelle stesse che torreggiano sul suo crinale, nell'unico caso di monte Beni e Sasso di Castro, appartengono prevalentemente alle più recenti fra le eruzioni serpentinose, le quali hanno più il carattere di filoni e diche anzichè quello di masse eruttive capaci di produrre grandi sollevamenti. Serpentine di epoca comparativamente antica si trovano solamente al piede dell'Apennino o dei suoi contrafforti, come sono quelle di monte Ferrato presso Prato e quelle dell'Impruneta. Ancor meno frequenti si mostrano le eruzioni serpentinose nelle ellissoidi della catena metallifera. Il concetto scientifico della individualità di essa catena, benchè costituita di elementi disgiunti, è una di quelle luminose generalizzazioni, dedotte con logica induzione dai fatti, che caratterizzano i lavori del Savi (2). La maggiore di quelle ellissoidi,

(1) Nell'Apennino Ligure abbondano comparativamente le eruzioni serpentinose e vi abbondano pure stupendi esempi degli effetti meccanici e delle azioni metamorfiche di esse eruzioni. Il march. Lor.° Pareto, che ha tanto dottamente illustrato, come ogni altro, così anche questo argomento della geologia Ligure, ha posto in evidenza che la direzione dei sollevamenti riferibili all'azione delle rocce ofiolitiche, come, a modo d'esempio, quello della catena di Antola, è affatto distinta dalla direzione generale dell'Apennino (*Della posizione delle rocce pirogene ed eruttive dei periodi terziario, quaternario ed attuale in Italia*, del March. Lor.° Pareto).

(2) « On désigne *assez généralement* cette bande sous le nom de chaîne métallifère, dénomination défectueuse, puisque les montagnes qui l'occupent forment, pour la plupart, des groupes isolés, de véritables îles au

celebre sotto al nome di Alpi Apuane, non mostra in alcun luogo rocce ofiolitiche: queste compariscono solamente fra essa e la catena Apenninica, nella valle del Serchio, e più a N. O. nel Fivizzanese, nella valle di Magra ed in quella della Vara. Nè il monte Pisano, nè la montagnuola Senese, nè il Campigliese, nè i numerosi gruppi del Massetano, nè la montagna di Cetona, nè le ellissoidi di monte Orsajo, dell'Uccellina, di Capalbio, presentano punto, ad elemento costituente od accessorio, alcuna eruzione serpentinosa. Ma in altri casi poco numerosi, le roccie ofiolitiche sono associate, non solamente alle paleozoiche, giurassiche e cretacee delle ellissoidi metallifere, come a Jano, alla Gorgona e nel promontorio Argentario, ma insieme anche alle granitiche ed alle trachitiche, come nell'isola d'Elba e nel gruppo di Roccastrada, Rocca Tederighi e Sassofortino. Pian Castagnajo, alle falde di monte Amiata, ci dà invece esempio della associazione delle serpentine alle rocce puramente riacolitiche.

Fra l'Arno e l'Ombrone è il campo nel quale i monti ofiolitici si mostrano caratteristici ed indipendenti, così dai contrafforti dell'Apennino che limitano esso campo al N. E., come dalle ellissoidi metallifere, che prevalentemente ne occupano la metà meridionale. Il gruppo di monte Nero, Romito, Castiglioncello e Rosignano; quello di Colle Montanino, monte Vaso, Castellina marittima, Terriccio e Riparbella; quello che da Miemo si estende fino a monte Catini; e nell'alta valle di Cecina, ed a mezzogiorno di esso fiume, gli altri grandi gruppi, da monte Castelli a Libbiano, Micciano, Querceto, monte Rufoli e Serazzano, costituiscono un insieme intimamente connesso per ragioni geologiche e topografiche, ed improntato di particolari caratteri, che di per se stessi si presentano sommamente instruttivi al-

milieu des planes des maremmes » (*Rapp. fait à l'Acad. sur deux mem. de* M. A. Burat etc. p. VI.). Differenza, e giustizia degli umani giudizi! Esprimendo la stessa accusa, sulla improprietà di quella denominazione, il Burat (*Études sur les mines*. Paris 1845, p. 156, e seg.) la impiega per i due sistemi, ofiolitico e feldispatico, che giustamente distingue, ma ad ambedue i quali poi associa queste o quelle delle ellissoidi della vera catena metallifera, della quale quindi non aveva punto inteso il concetto, dal Savi tanto chiaramente espresso (*Memoria su i vari sollevamenti ed abbassamenti che han dato alla Toscana la sua attuale configurazione*. p 55, e seg.).

l'attento osservatore. I due primi fra i gruppi nominati, quelli cioè di monte Nero e di monte Vaso, corrono paralleli, comprendendo fra loro la valle della Fine, che offre il più bell'esempio che veder si possa di sinclinale, coi terreni eocenici e miocenici sollevati sui due fianchi da quelle masse serpentinose, mentre il subapennino largamente si estende nel fondo della vallata. E lo stesso può dirsi, benchè in più vaste proporzioni, della valle dell'Era, fra la catena serpentinosa di Mieme e monte Catini al S. O. e quella quasi parallela a N. E., che, cominciando a Montajone, si continua per Gambassi, lungo l'Evola e per S. Vivaldo, prolungandosi fino alla Nera, in prossimità a Volterra. Se poi estendendo maggiormente i confronti, si tenti di connettere in determinati allineamenti essi gruppi serpentinosi con quelli che giacciono più al mezzogiorno, ed insieme cogli altri e delle due chinate dell'Apennino e delle isole mediterranee, si riconosceranno facilmente le quattro serie parallele, dirette approssimativamente da N. O. a S. E., indicate dal Savi; ma bisognerà altresì confessare che, come in tutti i casi consimili, rimane sempre molto di arbitrario allorchè si vogliano riferire a determinate orientazioni delle linee ideali condotte per punti o, piuttosto, attraverso ad aree indefinite nella circoscrizione, numerose e disseminate. Nè la direzione che presentano le stratificazioni dei terreni sedimentari da esse eruzioni interessate e sollevate può essere di grande ajuto. Chè se, nel caso superiormente citato della valle di Fine, la prevalente direzione dei terreni sollevati sta ad indicare una orientazione N. S., nelle due catene serpentinose, invece, che lontanamente fiancheggiano la valle dell'Era, essa direzione è di N. O. a S. E.; e nella maggior parte dei casi è così varia e complicata da non potersi con esattezza determinare. Essa è infatti una delle più notevoli particolarità delle rocce serpentinose, a confronto delle altre rocce plutoniche, quella della frequente sproporzione fra la massa eruttiva e l'effetto dinamico di sollevamento esercitato sulle preesistenti rocce sedimentari. In alcuni luoghi vediamo bensì possenti formazioni cretacee superiori ed eoceniche inferiori portate fino a notevole altezza, come alla Vitalba, sopra Castellina marittima; e nel solo caso di Iano la presenza delle rocce ofiolitiche è anche connessa al sollevamento dei terreni

secondarii più antichi e dei paleozoici; ma il più delle volte, le ultime formazioni secondarie e le prime terziarie non sono che limitatamente rimosse dalla primitiva posizione, e rivestono quindi solamente la base delle cupole ofiolitiche, che in ciò presentano allora maggior somiglianza colle rocce trappiche o vulcaniche di quello che colle plutoniche propriamente dette. Ma è pure invece particolarmente caratteristico delle eruzioni serpentinose un effetto sorprendentemente poderoso di pressione laterale; effetto meccanico che, congiunto all'altro effetto prevalentemente chimico delle profonde metamorfosi indotte nelle rocce sedimentari argillose, calcari ed arenacee, diede origine a quelle complicate e capricciose contorsioni di galestri, ftaniti e gabbri rossi, che resero una località classica il promontorio del Romito. La struttura litologica delle rocce ofiolitiche e la composizione mineralogica dei loro elementi si accordano con quelle particolarità di giacitura, ed autorizzano a definirne con una parola la eruzione quale eminentemente *idroplutonica*.

Con esso nome generico di rocce ofiolitiche, noi siamo abituati in Toscana a comprendere specie ben diverse, le quali si trovano bensì in associazione fra loro, ma hanno caratteri distinti e di giacimento e di composizione mineralogica; ed importa tanto maggiormente il distinguerle, in quanto che la comparsa ne fu successiva, e quindi i caratteri litologici servono di guida a riconoscerne la cronologia. Questa grande ed importantissima scoperta del Savi, tanto poco conosciuta nel mondo scientifico, prima che il prof. Igº. Cocchi ne facesse una così chiara esposizione alla Società geologica di Francia (4 Febb. 1856), perchè pubblicata fino allora solamente in *Rapporti* d'intraprese minerarie, di loro natura destinati a limitatissima pubblicità, il Savi la dedusse da fatti numerosi ed attentamente osservati, nei quali era evidente la introduzione di alcuna di esse rocce per iniezione negli spacchi della preesistente (1). Lo studio comparativo dei terreni sedimentari, attraversati e modificati da

(1) La cronologia delle differenti rocce ofiolitiche e dei giacimenti cuprici in esse contenuti fu dal Savi principalmente stabilita nelle gite geologiche, alle quali gli fui costantemente compagno, dal 1840 al 1850; e fu da lui spiegata negli scritti:

Sulla Miniera di Rame ultimamente scoperta a Riparbella. Pisa 1849.

ciascuna di esse rocce, dette un valore a quelle distinzioni cronologiche relative, ed oggidì possiamo dire con orgoglio che la cronologia delle differenti specie di rocce ofiolitiche ed affini è esattamente conosciuta in Toscana, mentre, in molti altri paesi, consimili distinzioni non furono ancora instituite.

Dopo il grande lavoro comparativo del Murchison sulle Alpi, sugli Apennini e sui Carpazii, e dopo l'accurato confronto instituito da Giul°. Haime e dal visc°. D'Archiach sui fossili del piano nummulitico dai Pirenei all'Himalaya, quell'orizzonte geologico è per universale consenso accettato come limite della convenzionale distinzione fra i terreni dell'epoca secondaria ed i successivi della terziaria (1). Quella fauna è certamente terziaria, e quindi, dal piano nummulitico inclusivamente, tutta la serie ascendente è parimente terziaria. Fra la nostra *pietra forte* (nella quale il march°. Carlo Strozzi ha scoperto tanti fossili cretacei da rendere oggidì sufficientemente numerosa e ricca quella fauna, per lo addietro rappresentata dal solo famoso *Hamites Michelii* Sav.) ed il piano nummulitico, è per ora impossibile segnare un confine che divida la creta superiore dall'eocene inferiore, perchè gli strati di schisti argillosi, di calcari a lastre e di arenarie concordano perfettamente e colla sottoposta pietra forte e col soprastante calcare nummulitico; e quelle forme litologiche si ripetono al di sopra di quest'ultimo, con promiscuità anche di fossili, le impronte cioè di fucoidi, i nemertiliti ed altri esseri di forme strane e mal definite (*Gorgonia Targionii*, *Paleodictyon* sp. ec.) verosimilmente riferibili a zoofiti. È, invece, molto ben di-

Rapporto al Comitato per le Miniere di Orciatico e Monte Buono in seguito della gita al Castagno. 1849.

Rapporto sulla Miniera delle Badie in Val di Fine. 1849. (ined.).

Memoria sui depositi cupriferi dell'Impruneta. Firenze 1850.

Considerazioni sulla convenienza della cultura dei depositi cupriferi o miniere di rame nella tenuta di M. Vaso. Firenze 1850.

Alcuni dei tagli dimostrativi di esse distinzioni cronologiche furono dal Savi comunicati al prof. Ig.° Cocchi, il quale li pubblicò e descrisse nella memoria superiormente citata.

(1) Ci è grato il rammentare come il primo a sostenere presso di noi (1846) la tesi che i fossili del piano nummulitico appartengono alla fauna terziaria, fu il nostro Eug.° Sismonda, il quale con tanti e così dotti lavori ha illustrato e continua operosamente ad illustrare la paleontologia italiana.

stinto, stratigraficamente e litologicamente, sù ambedue i fianchi dell' Apennino un piano eocenico superiore. Il prof. G. Bianconi ne descrisse accuratamente le forme litologiche, sotto al nome di argille scagliose; il prof. Dom°. Santagata ne studiò le molteplici e sorprendenti modificazioni; i caratteri geologici ne furono dottamente discussi dal cav°. Scarabelli; e la locale discordanza col sottoposto eocene inferiore ne fu dimostrata dal taglio dell'Apennino, per monte Piano, dalla valle di Bisenzio a quella di Setta, taglio preso dal Savi, al quale avevo la fortuna di essere compagno di studio anche in quella occasione, e che era successivamente pubblicato dal Cocchi.

La serpentina diallagica od ofiolite è posteriore a tutto l' eocene inferiore, ed anteriore all' eocene superiore. Essa attraversa, solleva e modifica gli schisti argillosi, i calcari alberesi e l' arenaria macigno del primo, senza penetrare mai nei terreni del secondo; ed invece i frammenti di essa ofiolite sono inclusi nel calcare alberese della valle Tiberina, che appartiene ad esso eocene superiore. L' azione metamorfica della ofiolite o serpentina antica sui terreni sedimentari è manifestissima, ed i graduati passaggi dagli schisti argillosi ai galestri, alle ftaniti ed al deciso gabbro-rosso non consentono alcun dubbio sulla origine di questo ultimo, per metamorfosi operata dalla ofiolite sui terreni della creta superiore e dell' eocene inferiore. Non tutto per altro il gabbro-rosso ha questa medesima origine, moltissime essendone le varietà di forma litologica, di composizione mineralogica e di giacitura, ed essendo la soprossidazione del ferro e la proporzione della silice e dell' allumina, che lo caratterizzano, effetti delle metamorfosi operate anche dalle altre rocce eruttive e dagli altri fenomeni di eruzione, dei quali ci resta a parlare.

La roccia essenzialmente costituita da una pasta feldispatica e da cristalli di diallagio è denominata, in Toscana, granitone. Essa è la eufotide di Hauy, o gabbro di Breislak e di Leop°. de Buch (1). Talvolta essa costituisce a se sola delle cupole diru-

(1) « Feldspath compacte tenace (jade de Saussure) et diallage » (Haüy *Traité de Minéralogie*. Paris 1822. IV. p. 555). Nel verde di Corsica la smaragdite sostituisce il diallagio, ossia un' amfibolo tiene il posto di un pirosseno; e nella eufotide del Forte del Falcone all' isola d' Elba,

pate e di pittoresco aspetto, che sorgono di mezzo ai terreni dell' eocene superiore, come al famoso sasso della Maltesca. Più frequentemente essa si trova, e per massa e per posizione, subordinata alla ofiolite, che attraversa in diche, in filoni ed in vene, bene spesso compenetrandola anche intimamente con sottili relegature steatitose, ed originando così quelle tante varietà di ofiolite, vaghe nell' aspetto e pregevoli come pietre ornamentali, che denominansi, in Toscana, ranocchiaje. Il passaggio della pasta feldispatica alla petroselciosa ed alla steatitosa era già stato avvertito dal Savi nei primi suoi lavori, quando, venti anni or sono, descriveva le quattro principali varietà di eufotide; descrizione alla quale non è, anche al giorno d' oggi, da cambiare se non il nome del feldispato, che le analisi di Klaproth, di Saussure e di Boulanger ci hanno insegnato essere diverso dell' albite, e porta ora il nome di *Saussurite*; e non sono da aggiungere se non alcune altre varietà, fra le quali una da me trovata a Sassonero nell' Apennino Bolognese, interessante per la cristallizzazione del feldispato, il quale, oltre a ciò, ha i caratteri della labradorite anzichè quelli della saussurite (1). Fra le varietà anticamente distinte dal Savi, e che vedonsi frequente-

il diallagio è convertito in *pyroselerite*, e la saussurite in *chonikrite*, verosimilmente per l' azione su di essa esercitata dai vicini filoni ferrei e dalle successive iniezioni del granito. Il sig. d'Omalius d'Halloy propone di serbare esclusivamente il nome di eufotide per il verde di Corsica (ved. Cocchi l. c. p. 267), ma quand' anche si volesse ammettere un nome litologico differente per ogni sostituzione mineralogica, quello di eufotide dovrebbe pur sempre restare al nostro granitone, come ha sostenuto Al.° Brongniart (*Classif. des roches*. Paris 1827, p. 75), mostrando quanta confusione fosse provenuta dall'impiego fatto arbitrariamente da Desmarest, de Buch e Leonhard della denominazione generica di gabbro.

(1) La eufotide, della quale qui si tratta, fa parte di un gran masso di amalgama ofiolitico, e sembra che, al pari delle altre rocce ofiolitiche incluse nell'amalgama stesso, provenga da precedenti formazioni eruttive. I cristalli di feldispato non oltrepassano un centimetro di lunghezza e presentano forme poco complicate, ma frequenti geminazioni ad angoli rientranti. Le inclinazioni O: *i'i* ed *i'i*: I sono quelle della labrodorite, determinazione ch' è confermata dalla facile fusibilità al cannello e dalla dissoluzione nell'acido cloroidrico, caratteri che non possono certo convenire alla saussurite, quand' anche si ammetta con De Rath (Pogg. xcv, 555) che la forma, il clivaggio e la durezza siano pienamente eguali nelle due specie.

mente associate con graduati passaggi, sono particolarmente notevoli appunto quelle nelle quali la steatite, od una sostanza ad essa per caratteri fisici e per chimica composizione somigliantissima, o si associa al feldispato o termina per sostituirlo intieramente; mentre altrove i cristalli di diallagio perdono le forme cristalline, la lucentezza metallica e la facilità del clivaggio, e prendono l' aspetto di sostanza serpentinosa. Ad onta per altro di questi intimi legami colla ofiolite, la origine posteriore della eufotide è chiaramente dimostrata dai fatti sommariamente accennati. Si può muover dubbio se tutte le varietà di eufotide siano della medesima epoca, e siamo certamente lontani dall' asserirlo; possiamo solamente asserire che le nostre eufotidi sono certamente tutte posteriori, per l' epoca della eruzione, alla ofiolite. Vedremo più tardi esservi delle roccie di origine comparativamente recente, che o per la forma litologica o per i componenti mineralogici si possono a buon diritto referire alle eufotidi; e quella stessa varietà di eufotide labradoritica or ora annunciata ha forse la medesima origine; ma tutte le altre suaccennate varietà sono certamente anteriori alle dioriti ed ofiti, delle quali abbiamo successivamente a parlare; rimane quindi implicitamente determinata l' epoca della loro eruzione. Ma anche direttamente si può essa epoca determinare. In vicinanza a Sassonero poc' anzi citato, e precisamente nel botro di Lecce, vedonsi dei filoncelli di bella eufotide per entro al terreno calcare e schistoso dell' eocene superiore. In essa eufotide sono inclusi de' frammenti di quel medesimo calcare, e negli strati immediatamente contigui di calcare e di schisti sono inclusi frammenti di quella medesima eufotide. La eruzione dunque di quest' ultima era contemporanea alla deposizione dell' eocene superiore, come infatti lo si aveva precedentemente dedotto.

Le molte varietà di diorite, di afanite e di ofite o prasopiro sono pure fra loro intimamente connesse da graduati passaggi e da caratteri di evidente contemporaneità di origine, la quale dovette essere posteriore alla eruzione eufotidica. Ciò si deduce con certezza dal fatto che essa diorite ed ofite attraversa in diche, in filoni ed in vene non solamente la ofiolite, ma anche la eufotide, e frequentemente tutta insieme la massa ofiolitica prece-

dentemente attraversata e compenetrata dalla eruzione eufotidica. Oltre i tanti classici esempi citati dal Savi, è da aggiungere quello del già nominato sasso della Maltesca, nel quale il fatto della iniezione della diorite nella eufotide si presenta in grandi proporzioni e colla più chiara evidenza. Ma nessuna località è, a mio credere, così instruttiva, riguardo a tutta questa serie di fenomeni eruttivi, come quella di Libbiano e suoi contorni. Percorrendo, a modo d'esempio, il letto della Trossa, s' incontrano ad ogni passo iniezioni di eufotide entro alla serpentina antica, con tutte le gradazioni, da grandi diche, a filoni e vene che si diramano in ogni direzione, convertendola in bellissima ranocchiaja; ed altrettanto frequenti sono le iniezioni di diorite e di ofite che penetrano e l' una e l' altra, seguendo talvolta il piano del loro contatto, ma più spesso attraversandolo in qualunque direzione. Frequentissimo poi è ovunque il caso nel quale la diorite è incassata, anzichè in alcuna di quelle due rocce eruttive, nel vero gabbro-rosso. E poichè, non solamente la superficie di contatto della diorite con esso gabbro-rosso, ma ancora la superficie esteriore delle sue masse, ed anche quella dei frammenti risultanti dalle numerose fenditure che in ogni senso le attraversano, sono colorate dalla stessa tinta rosso-cupa caratteristica del gabbro-rosso, avviene frequentemente che riesca difficile a prima giunta il distinguere le due rocce. La differenza non tanto della durezza quanto della tenacità, i ben diversi elementi mineralogici e quindi le differenti reazioni chimiche, valgono in ogni caso a stabilire la distinzione; ma anche il semplice aspetto della frattura fresca basta a togliere ogni dubbiezza, mostrando la tinta rossa omogenea nell' interno del gabbro-rosso, e la colorazione bigio-verdognola nella diorite, anche quando la struttura n' è apparentemente omogenea così da potersela denominare afanite. Verosimilmente questa apparente e superficiale somiglianza fra la diorite ed il gabbro-rosso fu una delle circostanze che indussero alcuni a riguardare quest' ultimo come decisamente eruttivo; vedremo per altro successivamente presentarsi il gabbro-rosso anche in altre condizioni atte egualmente ad indurre quella opinione. Ma, facendo per ora astrazione da consimile disputa, non potendosi mettere in dubbio la origine metamorfica del gabbro-rosso che accompagna la ofiolite antica e

la diorite, perchè se ne possono seguire di grado in grado tutti i successivi passaggi, la questione invece che qui sarebbe a decidere è se il gabbro-rosso attraversato dalla diorite esistesse già come tale per opera della precedente roccia eruttiva, ovvero sia, almeno in parte, dovuto alla metamorfosi operata dalla diorite stessa sui terreni sedimentari cretacei ed eocenici. Quantunque non conosca fatti pienamente dimostrativi di questa seconda opinione, pure la credo la più verosimile, in quanto che l'associazione della diorite al gabbro-rosso è altrettanto costante ed estesa che quella della ofiolite antica alla medesima roccia metamorfica. Riguardo ai componenti mineralogici di questo terzo gruppo di rocce eruttive, sia che abbiano aspetto granulare ed incompletamente cristallizzato (diorite), sia che intimamente commisti diano alla roccia apparenza omogenea (afanite), sia finalmente che i cristalli di feldispato vi si mostrino porfiricamente disseminati (porfido verde, diorite o afanite porfirica, ofite o prasopiro), non ho ad aggiungere a quanto ne pubblicò il Savi, se non che esso feldispato è certamente triclino (1); e che, oltre al feldispato ed all'amfibolo, un terzo elemento mineralogico è sempre presente in tutte e tre le forme litologiche, quello cioè che, insieme al prof. Bechi, il quale ne aveva fatto l'analisi, giudicammo potersi ravvicinare al gruppo dei mesotipi, e abbiamo denominato *Savite* (2); e che fu poi recentemente illustrato anche sotto all'aspetto cristallografico dal prof. Sella.

Nei gruppi montuosi, nei quali le eruzioni granitiche, porfiriche e riacolitiche vennero ad associarsi alle ofiolitiche, la preesistenza di queste ultime è chiaramente dimostrata da fatti ormai divenuti classici, ma che non cessano d'offerire argomento di utile studio e vasto campo di nuove scoperte. Qui abbiamo invece a parlare di altri avvenimenti plutonici, pure posteriori

(1) Il grado di fusibilità e la colorazione caratteristica della fiamma in giallo, c'inducono a riguardare come albite il feldispato porfiricamente disseminato nella nostra ofite. In un pezzo di essa ofite raccolto dal Savi negli scarichi della miniera di Montecatini, una superficie naturale presenta sporgenti e ricchi di facette secondarie i cristalli di esso feldispato, ma troppo incompleti per poter decidere da esse forme se si tratti di albite o di oligoclasio.

(2) Letter to J. D. Dana, Pisa, March. 10 1852, in Sillim. Journ. Sec. Ser. XIV. n.° 40 July 1852, p. 60 e seg.

alle eruzioni delle tre descritte serie di rocce ofiolitiche, ma anteriori a quelle delle granitico-euritiche, e di epoca quindi che, come intermedia, riesce esattamente determinata. Appartiene ad essa categoria di avvenimenti plutonici la eruzione delle masse ferree, le quali svilupparono possentemente l'azione loro metamorfica nelle ellissoidi della catena metallifera. La conversione dei calcari triassici, giurassici e cretacei in marmi, la produzione degli amfiboli, la formazione delle brecce nettuno-plutoniche denominate mischi, la origine delle madri-macchie, le compenetrazioni amfiboliche ed ilvaitiche accompagnate dalle concentrazioni dei sulfuri di ferro, di rame, di zinco e di piombo, sono tutti fenomeni dipendenti dalla eruzione delle masse ferree e ad essa contemporanei. E contemporaneamente si originarono nel Massetano quelle grandi diche parallele, quarzoso-calcedoniose e quei filoni, in parte quarzosi ed in parte spatici, da esse diche dipendenti, che colla copia dei sulfuri metallici cristallizzati e regolarmente distribuiti rappresentano i filoni listati di lontani paesi (1). E contemporaneamente pure avevano formazione loro, anche nelle Alpi Apuane (Bottino, Angina ec.) come nel Campigliese ed all'Elba e come nel Massetano, insieme alle masse ferree, altre eruzioni metalliche e quelle specialmente dei numerosi solfuri di rame, di antimonio, di mercurio, di piombo e d'argento che mostrano, associate su vasta scala, compenetrazioni estesissime, disposizioni caratteristiche di filoni listati e possenti iniezioni di minerali metallici, verosimilmente allo stato di fusione.

Ed è appunto a questo ultimo modo di formazione che dobbiamo riferire i filoni e le vene di minerali cuprici, che particolarmente caratterizzano i nostri giacimenti ofiolitici, e che per l'epoca evidentemente si collegano agli altri fenomeni eruttivi e metamorfici rapidamente enumerati, come intermedii fra le eruzioni ofiolitiche e le granitico-euritiche. Essi minerali metallici furono iniettati, allo stato di fusione, attraverso la ofioli-

(1) *Considerazioni geologiche e montanistiche sopra le miniere delle vicinanze di Massa marittima*, del Prof. Cav. Paolo Savi. Pisa 1847 riprodotte sotto al titolo:

Sulle miniere delle vicinanze di Massa marittima, nel Cimento Ann. v. fasc. Marzo, Aprile.

te antica, la eufotide e la diorite; i filoni e le vene seguirono talvolta il piano di giunzione fra l'una e l'altra di esse rocce; più spesso, senza alcuna preferenza, senza alcuna regola nota, senza alcuna costanza che tradurre si possa in legge empirica, le attraversarono tutte e tre in ogni direzione. Le ultime diramazioni, suddividendosi all'infinito ed effumandosi in tutti i sensi, formano così dei decisi *stockwerken*; ma, approfondandosi nelle masse incassanti, si vedono esse vene assumere andamenti paralleli e confluire in filoni, che hanno direzione ed inclinazione ben determinate. Le frequenti interruzioni e spostamenti, che in essi si verificano, provengono da un'ordine posteriore di fenomeni; ma, anche indipendentemente da questi, è inerente alla origine loro istantanea, e quale appunto conviene a filoni iniettati, la somma irregolarità, oltrechè nell'andamento, anche nello spessore, che varia fra estremi lontanissimi, fino a svanire intieramente per ricomparire, a distanza più o men grande, nella continuazione dello stesso spacco, che nell'intervallo n'è affatto privo. Il minerale metallico più frequente di essi filoni iniettati è la *calcopirite* o pirite gialla di rame; vi si sostituisce non di rado la *erubescite* o rame variegato o pavonazzo; molto più raramente il rame vetroso o *calcosina*; blenda e galena non vi hanno che eccezionali apparizioni (Rocca Silana). Frequentemente invece i solfuri di rame vi sono accompagnati da solfuri di ferro, e prevalentemente dalla *pirite magnetica* (1). O me-

(1) La *Calcopirite* o pirite gialla di rame è, per universale consenso, riguardata come un composto doppio binario, ossia come un solfosale, risultante dalla unione di un'equivalente di sesquisolfuro di ferro con uno di sottosolfuro di rame, o monosolfuro, se si riguardi come raddoppiato il valore dell'equivalente del rame, in causa dell'isomorfismo col piombo e con l'argento: $\text{€uS}+Fe^2S^3$. Il minerale al quale il Dufrenoy dava il nome di Phillipsite, antecedentemente impiegato dal Levy per altro minerale (l'armotoma di calce o Christianite di Descloizeaux, al quale quindi, per l'imprescrittibile diritto di anteriorità, esso nome di Phillipsite è restato), detto comunemente rame variegato (variegated copper, Buntkupfererz), pavonazzo od epatico (purple copper, livercolered copper ore) ebbe dal Dana il nome di *Erubescite*. La sua cristallizzazione monometrica è molto rara, nè in Toscana so che se ne conosca esempio: molto varia ne è la composizione, variandovi la proporzione centesimale del rame da 71 (Sangerhausen) a 55,88 (M. Catini); e quella del ferro da 6,41 (Sangerhausen) a 18,05 (M. Catini). Perciò, anzichè riguardare essa erubescite come un sulfuro

scolato intimamente a quelli di rame, ed in proporzioni sommamente varie, od isolato da essi in vene e filoni paralleli, il solfuro di ferro or ora accennato è frequentissimo nei contorni di Libbiano e di monte Rufoli, ed in tutti i lavori minerarii ivi intrapresi. È nella immediata prossimità di essa pirite magnetica che gli spacchi della ofiolite presentano frequentemente un'arrossamento ocraceo, e che recentemente l'ing^e^. Lor^o^. Chiostri avvertiva la presenza di minuti cristalli di *ferro oligisto*. Ma non è questa la sola circostanza nella quale essa specie minerale ci si presentava, e per esporre convenientemente le altre, bisogna continuare la storia degli avvenimenti geologici.

Quelle cause che, all'occasione del formarsi dei filoni iniettati, spaccavano in ogni direzione le masse ofiolitiche, aprendo così la via ad esse iniezioni, dovettero essere molto potenti e lungamente attive. Ne derivò in fatti tanta copia di materiale frammentario, intieramente e prevalentemente formato dal de-

doppiamente binario, formato dalla combinazione di monosolfuro di ferro con sottosolfuro di rame, fu proposto (Berzelius e Dana) di ammettere il rame, ad equivalente raddoppiato, come isomorfo al ferro, e quindi indefinitamente l'uno all'altro sostituito in un semplice monosolfuro di rame e ferro: $(Fe, \overline{Cu})S$. Altri peraltro (Rammelsberg) credono più razionale supporre che abbia composizione analoga a quella della calcopirite, dalla quale la erubescite differirebbe solo per la proporzione fra i due solfuri, giacchè bisognerebbe ammettere che con un equivalente di sesquisolfuro di ferro ne fossero combinati tre di sottosolfuro di rame: $3\overline{Cu}S + Fe^2S^3$. Questa supposizione acquistò maggior verosimiglianza colla scoperta fatta dal dott. Genth di un nuovo solfuro di rame e di ferro, da lui chiamato *Bernardtite*, identico al quale fu riconosciuto essere quello posteriormente denominato *Homichlin* dal Breithaupt, la cui composizione conduce necessariamente alla formula $2\overline{Cu}S + Fe^2S^3$. La *Calcosina* o rame vetroso (Kupferglanz o Kupferglas) impropriamente denominata rame grigio (spettando questo nome volgare alla specie denominata Panabase o Tetrahedrite) è semplice sottosolforo di rame: $\overline{Cu}S$. Risulta quindi, ponendo a confronto essi quattro minerali di rame, che se ne può intendere la successiva conversione dal primo al secondo, dal secondo al terzo e dal terzo al quarto solo che si supponga scemata la proporzione o tolta affatto la presenza del sesquisolfuro di ferro. Ora questo sesquisolfuro, combinato a forte proporzione di semplice monosolfuro di ferro ($5FeS + Fe^2S^3$), o semplicemente ferrifero, od il ferro ad un grado particolare e ben poco elevato, e poco verosimile, di solfurazione (Fe^7S^8), costituisce il minerale detto pirite magnetica, ferro solforato magnetico o ferrifero o *Pyrrhotina*, che troviamo appunto associato o subordinato ai suindicati solfuri di rame.

trito di esse rocce ofiolitiche, da costituire un particolare terreno sedimentare, che, per la posizione stratigrafica e per i fossili che racchiude, mostra di appartenere al periodo terziario medio ossia *miocenico*, come il Savi lo dichiarava, prima che il terreno stesso od i suoi rappresentanti fossero altrove ben definiti. Ed allo stesso periodo miocenico, anche in Toscana, vanno pur riferiti altri terreni argillosi, marnosi, arenacei, calcari, gessosi, saliferi e carboniosi, sotto altri aspetti e per altri fenomeni geologici, importantissimi. Ma ciò che qui importa notare si è, che posteriormente alla deposizione, se non di tutti, almeno di una parte, e la maggiore, dei terreni miocenici, aveva luogo in Toscana una nuova eruzione serpentinosa. Dico eruzione serpentinosa, perchè infatti l'elemento serpentinoso vi è in generale il predominante, ed è prevalentemente nel campo delle precedenti rocce ofiolitiche che la nuova eruzione si effettuava; ma, come in quelle vedemmo necessarie ragguardevoli distinzioni litologiche, così e più numerose se ne potrebbero instituire in questo nuovo gruppo, con ciò per altro di diverso che esse differenze, lungi dal poter servire d'indizii di una successione cronologica, in questo caso invece concorrono a dimostrare la contemporaneità dell'avvenimento. È anzi per essa contemporaneità che siamo indotti a comprendere sotto alla stessa denominazione prodotti sommamente svariati, e che, appunto per la loro infinita varietà, non ammettono altra spiegazione di origine che quella della simultaneità della eruzione.

Nel caso più semplice, la serpentina di seconda eruzione o recente, come generalmente si denomina, è mineralogicamente una vera serpentina, differente dalla serpentina antica od ofiolite, principalmente per la mancanza dei cristalli di diallagio, che in quella sono sempre porfiricamente disseminati. Il colore n'è più chiaro, la pellucidità talvolta maggiore, il peso e la durezza minori, l'azione magnetica nulla; ma tutti gli altri caratteri sono variabili.

Nel caso che si potrebbe dire il più complicato, e che, in certo modo, rappresenta il termine opposto della serie, anzichè una roccia omogenea, si ha un'amalgama di ogni sorta di rocce sedimentari, metamorfiche ed eruttive, in frammenti più o meno voluminosi, più o meno angolosi o rotondati, e più o

meno solidamente amalgamati da cemento ofiolitico. Esso amalgama costituisce delle diche incassate, sia nelle rocce ofiolitiche, sia nelle sedimentari, con indefinita estensione sotterranea; e il più delle volte, si aggiungono anche altri caratteri a manifestarne la origine idroplutonica. Si possono seguire di passo in passo i mutamenti operatisi in quei materiali eterogenei, i quali ridotti in frammenti sempre più piccoli, e sempre più completamente invasi dall'arrossamento, che tingeva solamente la parte superficiale dei pezzi di calcare o di arenaria tuttora voluminosi, terminano per costituire, insieme col cemento, un tutto apparentemente omogeneo, ma nel quale l'attenta osservazione o l'ajuto della lente fa tuttora discernere granelli distinti. Chi esaminasse un pezzo di tal roccia, senza conoscerne la origine, potrebbe a prima giunta esitare a dichiararla arenacea o cristallina, sedimentare od eruttiva. Ma l'azione, della quale fin qui descrivemmo gli effetti come proceduti meccanicamente, agì pure per via chimica. Scomparisce anche all'occhio armato di lente la eterogenità e l'apparenza di struttura arenacea, e subentra, con forme decisamente eruttive, una roccia rossa, siliceo-argillosa, conformata in grandi sferoidi, che si dividono concentricamente, con frequenti rilegature spatiche, in una parola, un vero e caratteristico gabbro-rosso.

Ma i due elementi minerali ai quali prevalentemente si associa la serpentina di seconda eruzione, sono il carbonato calcare e la silice. Intimamente connesse fra loro, la materia serpentinosa e la calcare, costituiscono innumerevoli varietà di oficalci, alle quali il prof. Pilla aveva dato il nome generico di spilliti diallagiche. Queste oficalci non somigliano punto ai marmi prevalentemente verdi, come il verde antico, il polcevera ec., che sembrano provenire da metamorfosi che le rocce serpentinose esercitarono sui calcari sedimentari, rimasti nel posto loro originario. Le oficalci, delle quali qui parliamo, hanno bensì talvolta una struttura incompletamente schistosa (*schaalstein*), ed in taluni giacimenti è impossibile decidere se o no la roccia preesistesse, prima di subire quel cambiamento, nel luogo medesimo ove attualmente la vediamo; ma, nella maggior parte dei casi, esse oficalci costituiscono diche e filoni di origine

evidentemente eruttiva, nella quale l'elemento calcare e l'ofiolitico sursero contemporaneamente, per azione idroplutonica, da profonde regioni sotterranee. Lo stesso avviene della intima mescolanza e della unione della silice coll'elemento serpentinoso; e nelle innumerevoli varietà, che si possono comprendere sotto alla generale denominazione di ofisilici, essa silice vi è spesso allo stato calcedonioso, ed anche a quello di quarzo resinite. Così le oficalci, come le ofisilici, del pari che la pura serpentina non diallagica, isolate od associate fra loro, sono frequentemente impregnate di minerali metallici, cioè di solfuri di ferro e di rame, ed in qualche raro caso anche di zinco e di piombo (le Badie). I filoni metalliferi di tal genere presentano talvolta struttura molto complicata, e potrebbero, fino ad un certo punto, paragonarsi ai filoni listati. Non è raro il caso che una vena di steatite, sola od impregnata di cristalli di pirite comune di ferro, occupi l'asse del filone, e dalle due parti si ripetano elementi omologhi per ganga e per ricchezza metallica; e la presenza della vena steatitosa persiste talvolta anche dove scompariscono tutti gli altri caratteri di regolarità. Ma consimili vene steatitose e ferrifere attraversano anche in ogni direzione le masse ofiolitiche; e, quantunque siano probabilmente riferibili sempre a questo periodo dell'azione eruttiva, pure sarebbe difficile il dimostrare che non se ne sieno originate anche in altre epoche anteriori. I filoni di serpentina recente metallifera sono dunque, per composizione e per età, differentissimi dai filoni iniettati: mentre in questi, i soli minerali metallici penetravano, allo stato verosimilmente di fusione, negli spacchi delle preesistenti rocce ofiolitiche, nei filoni dei quali adesso parliamo la compenetrazione dei solfuri metallici entro alla massa della serpentina recente, della oficalce, e della ofisilice, ed il loro stato di cristallizzazione (Riparbella), implicano una necessaria contemporaneità di origine. Essi filoni attraversano, come i precedenti, le masse ofiolitiche e quelle di gabbro-rosso che le accompagnano, prediligono i piani di contatto fra le une e le altre di esse rocce, seguendone talvolta tutte le flessuosità (Quercianella presso Livorno); ma bene spesso anche, come impazienti di quella prigionìa, arditamente si slanciano attraverso i soprastanti terreni, arrossandoli, in più modi modificandoli, ed anche contor-

cendoli nelle forme le più strane e meravigliose, rimanendone poi essi stessi modificati nei loro andamenti, non di rado irregolari ed interrotti. I più belli esempi di questi filoni di serpentina recente, di oficalce e di ofisilice metallifere, attraverso i terreni eocenici superiori (argille scagliose del Bianconi), si vedono nell'Apennino Bolognese. Ed ivi pure si può constatare, come fu da gran tempo riconosciuto nel Botro alle Donne a monte Vaso, che anche i terreni miocenici sono interessati, metamorfosati e gabbriazati da esse serpentine recenti. In questa ultima località, come alla Nera presso Volterra, come a Libbiano ed a S. Ippolito, è pur notevole una ulteriore forma che assume essa serpentina di seconda eruzione, forma che la fa somigliare ad alcune varietà di eufotide: è una massa omogenea rossa, a frattura concoide, dura così da graffiare il vetro, che all'azione del cannello si decolora, ma difficilmente si fonde, e solamente agli angoli e sugli spigoli; nella quale stanno porfiricamente disseminati dei cristalli di diallaggio, di color verde chiaro, e parallelamente disposte numerose venuzze di chrisotilo dorato. L'azione degli acidi rivela l'elemento calcare più o meno abbondante ed intimamente commisto alla pasta silicea, o confinato in sottili rilegature capillari. Nella citata località del Botro alle Donne, questa roccia è in contatto con una decisa eufotide, nella quale sono ben distinti i cristalli di feldispato del consueto colore leggermente verdognolo, e col consueto clivaggio della saussurite, ma vi sono divenuti fusibilissimi ed in parte attaccabili dagli acidi; mentre il diallagio vi ha acquistato un colore intensamente porporino e vi ha intieramente perduto la sua caratteristica fusibilità. A breve distanza essa eufotide perde questi eccezionali caratteri, e si palesa nelle consuete sue condizioni, come roccia che evidentemente preesisteva, e la quale, nel contatto colla nuova roccia eruttiva, subì quel mutamento. Non è a confondersi con essa eufotide antica così alterata un'altra roccia, alla quale quella precedentemente descritta in realtà si connette e che deve quindi essere geologicamente annoverata fra le forme litologiche della serpentina recente o di seconda eruzione. Al pari delle altre, essa si presenta talvolta compenetrata di solfuri di rame con evidente contemporaneità di origine, ed è costi-

tuita da feldispato e diallagio, più o meno alterati, e di così facile disaggregazione che non riesce farne saggi da collezione, almeno nelle parti superficiali dei giacimenti, ove solamente fin'ora ci fu dato osservarla. Il prof. Savi la avvertì per la prima volta alle Campillore, nella parte alta del Botro alle Donne; e successivamente la abbiamo osservata anche alla Nera, presso Volterra, ed abbiamo verificato, così nell'una come nell'altra località, ch'essa forma parte integrante della massa eruttiva che attraversò e modificò il terreno miocenico. A Riparbella, presso il nuovo ponte, in vicinanza al paese, abbiamo pure osservato frammenti angolari di diorite e di ofite inclusi in una specie di eufotide molto disaggregata, la quale verosimilmente ha pure origine recente, facendo parte della gran dica prevalentemente costituita da serpentina di seconda eruzione. La stessa roccia eufotidica, a feldispato roseo od a diallaggio più o meno alterato, includente frammenti di antiche rocce eruttive e sedimentari, fa parte di una gran dica di amalgama ofiolitico nelle vicinanze di Libbiano.

La intima unione ed i graduati passaggi dimostrano, come superiormente si avvertiva, la contemporaneità delle accennate forme litologiche, la cui storia ha, sotto all'aspetto scientifico, importanza tale che non la si potrebbe desiderare maggiore; ed anche sotto all'aspetto industriale presentano la importante connessione con pregevoli accumulazioni di minerali metallici. Essa contemporaneità nel senso geologico non implica, per altro, assoluta istantaneità di avvenimento, chè anzi la struttura stessa dei filoni metalliferi di questa classe (quello per esempio di Montajone, quello delle Badie, quello di Quercianella presso Livorno, quelli di Bisano, della Fenarina, di Sassonero, di Gurlino nell'Apennino Bolognese ec.) dimostra una successione di emanazioni idroplutoniche diverse, per le stesse vie, le quali successivamente ne rimasero ostruite.

E certamente successivo alla origine di tutte esse forme di serpentine recenti, benchè appartenente geologicamente allo stesso periodo miocenico, fu l'altro grande avvenimento idroplutonico, del quale ci rimane a parlare. Idroplutonica è chiaramente anche la eruzione di tutte le forme suindicate di serpentina recente, ma l'elemento idrico fu molto più prevalente allorchè, coadiuvato da

possente azione meccanica, converti la maggior parte degli elementi eterogenei costituenti gli amalgami suddescritti in una omogenea pasta argilloso-steatitosa, quale è quella dei così detti *filoni impastati* del Savi. I noccioli metallici in essi filoni inclusi sono evidentemente divelti dai loro sotterranei giacimenti, e meccanicamente trasportati dal basso all'alto, per tratto più o men lungo e sotto l'azione di quelle stesse più o meno forti e ripetute cause di urto, di pressione e di frizione che hanno pure compressa, condensata e lustrata lungo il tetto ed il muro la pasta argillo-steatitosa, formando le così dette *losime*, che hanno così grande somiglianza con alcune delle forme delle argille scagliose del Bianconi, e che vennero talvolta giudicate come costituite da vera serpentina. Ma essi noccioli e metallici e litoidei hanno doppia origine: molte volte sono evidentemente frammenti di filoni iniettati e delle rocce che originariamente li incassavano; ed in tal caso non si avrebbe alcun argomento a dichiarare la formazione del filone o della dica pastosa posteriore a quella degli amalgami ofiolitici e delle altre varietà di serpentina di seconda eruzione. Ma frequentemente, i noccioli stessi sono di serpentina recente più o meno riccamente compenetrata di solfuri metallici, ed allora è necessario ammettere posteriore alle altre tutte la eruzione idroplutonica della pasta argillo-steatitosa.

Un grande masso di serpentina antica, attraversato da vene di pirite magnetica di ferro, fu trovato nel filone pastoso denominato Felici, esplorato col pozzo Stewart, nella concessione di Libbiano, dalla Società Anglo-Toscana. Gli spacchi di essa ofiolite, prossimi alla iniezione di pirite magnetica si presentano ingemmati di bellissimi romboedri binarii ($\frac{1}{1}$), di fino ad un millimetro di diametro, di splendentissimo ferro oligisto.

Finalmente, in una terza circostanza, mi si mostrò esso sesquiossido di ferro nei contorni di Libbiano, cioè in noccioli rotondati di varia grandezza, costituiti prevalentemente di oligisto micaceo, con poco quarzo cristallizzato, e con frammenti di diallagio e di altri elementi ofiolitici, solamente alla superficie. Essi noccioli erano inclusi nella consueta pasta argillo-steatitosa, in un parziale affioramento della gran dica di amalgama ofiolitico, che, in causa di abbondantissime iniezioni di mine-

rale di rame nei massi inclusi di eufotide e di diorite, fece intraprendere ripetutamente de' lavori, finora infruttuosi, lungo la Trossa. Quei noccioli di oligisto micaceo con quarzo, in un filone pastoso, nulla hanno di comune con quanto fu finora osservato in consimili giacimenti. I così detti *cappelli di ferro*, che frequentemente coronano gli affioramenti dei varii filoni, presentano bensì abbondanza di ferro idrossidato o limonitico; ma esso è evidentemente proveniente dalla decomposizione della pirite. Nel luogo detto Botro delli Solfi presso Riparbella, il ferro limonitico, accompagnato da scarso minerale di rame, abbonda, non solamente al superficiale affioramento, ma anche in tutta la porzione visibile di quel filone, nel quale per altro non furono intrapresi lavori profondi; ed anche in quel caso regge la supposizione che esso idrossido di ferro provenga dalla decomposizione della pirite (1). Nel caso suesposto invece i noccioli metallici sono molto verosimilmente pervenuti al posto nel quale li vediamo, per trasporto che meccanicamente ne effettuò dal basso all'alto la eruzione idroplutonica argillo-steatitosa, attraversando un qualche profondo giacimento essenzialmente costituito da esso ferro oligisto. In tale supposizione si avrebbe un nuovo anello di congiunzione fra i giacimenti metalliferi delle zone serpentinose e quelli delle altre formazioni, oltre a quelli che finora si conoscevano. È noto che in Val d'Aspra, una dica di calcare cavernoso racchiude abbondanti frammenti di filoni listati, con tutti i soliti minerali litoidei e metallici, che caratterizzano i giacimenti regolari del Massetano: quei frammenti vi rappresentano i noccioli e litoidei e metallici delle diche impastate serpentinose, la cui pasta steatitosa vi è alla sua volta rappresentata dal calcare cavernoso. A Sassa, presso Campiglia, consimili frammenti di solfuri metallici, provenienti verosimilmente da filoni listati, sono inclusi in un'impasto di calcare cavernoso e di elementi serpentinosi. Nel nuovo esempio di

(1) *Sulla miniera di rame ultimamente scoperta a Riparbella dei signori Girardot e Perdycari*, *Relazione del prof. cav. Paolo Savi*. Pisa 1849, p. 5, 6. Il Savi accennava, in quella occasione, la importanza scientifica che avrebbe acquistato quella associazione del ferro ossidato coi minerali di rame, qualora fosse stata originaria, come nuovo argomento a dimostrare la contemporaneità delle due eruzioni metalliche.

Trossa, la pasta stealitesa include frammenti di un filone ferro oligisto, che, per la natura mineralogica e per l'asp litologico, si può paragonare a quello del Corsinello in Val Castello nelle Alpi Apuane, ed a quelli tanto frequenti l'Elba ed altrove.

Conclusione.

Il ferro oligisto si trova in Toscana, come minerale accessorio, anche nei terreni ofiolitici, nei quali finora non e stato osservato. Esso vi si trova in condizioni svariate, ossi in connessione colle differenti produzioni metallifere di essi terreni. Accompagna la pirite magnetica di ferro, tanto nei filoni iniettati di essa pirite, associati a quelli di calcopirite, quant nei frammenti dei giacimenti stessi, inclusi quali noccioli nei filoni impastati; e sembra in allora provenire dalla decomposizione di essa pirite magnetica (1). Altrove, invece, si trova costituire essenzialmente noccioli, parimente inclusi nelle diche impastate, ma che sembrano provenire da distinti filoni ferrei, incontrati sotterraneamente dalla eruzione idroplutonica, che originò esse diche.

Epilogo.

Indagando speculativamente come possa essere avvenuto che, su di una porzione così limitata della superficie terrestre,

(1) La provenienza del ferro oligisto dalla pirite magnetica, che dalle condizioni di giacimento è resa tanto verosimile, non si può annoverare fra i casi di epigenia, giacchè le due specie minerali non sono nè direttamente associate, nè collegate da graduati passaggi. Gli ingemmamenti di oligisto sono, come si disse, negli spacchi vicini al filoncello di pirite magnetica, senza però decisa contiguità fra l'oligisto e la pirite. Sembrerebbe quindi che un qualche agente sopravvenuto (forse semplice vapor acqueo) decomponesse essa pirite e depositasse poi, come per sublimazione e quale uno dei prodotti della reazione, esso ferro oligisto.

le è la Toscana, quattro distinti ordini di fenomeni geolo- procedessero di fronte, quà isolati, là fra loro interferendo senza confondersi, la mente non sa ricorrere ad altra spie-one che quella derivata dalla profondità differente di al-tanti campi plutonici, da ciascuno dei quali provenissero e ateriali e gli agenti dinamici di ognuno dei quattro suddetti ini di avvenimenti.

Il movimento che sollevò tutta insieme la grande massa l' Apennino, mantenendone prevalente la generale concordanza, on interrotta la continuità di tutte le formazioni sedimen-i, dovette partirsi da regioni molto più profonde che quello la cui azione si originarono le parziali ed isolate ellissoidi lla catena metallifera, nelle quali anche i più antichi terreni dimentari furono localmente sollevati, fino ad emergere, e squar-ti. Se infatti, anzichè considerare la catena apenninica in ella sola porzione Toscana, la consideriamo nel suo insieme, eviamo che essa pure in realtà rappresenta una grande el-ssoide molto allungata, della quale il Gran Sasso d' Italia e così detta catena della Sibilla costituiscono la parte centra-e (1). Ed in tutte le ellissoidi, è facile il distinguere, oltre-hè l' effetto di un' azione dinamica sollevatrice, anche quello lelle pressioni laterali, il quale secondo effetto è tanto mag-giore quanto più grandi sono le dimensioni dell'intero sistema; ed appunto perciò tutta la porzione settentrionale dell' Apen-nino è prevalentemente dovuta ad esso effetto di laterale pres-sione. Ma le maggiori dimensioni, e le conseguenze proporzio-natamente maggiori che ne derivano, possono con tutta ragio-nevolezza attribuirsi a sede più profonda della causa sollevatrice. Così poi nella catena apenninica come nelle ellissoidi della me-tallifera non apparisce roccia plutonica alcuna, la quale per mas-sa e per posizione offra un proporzionato nesso causale con quei sollevamenti. Altro genere invece di legame dimostrano con

(1) *Note sur la constitution géologique de l'Italie centrale, par MM. Orsini et comte Al. Spada Lavini*. Bull. de la Soc. géol. de France 2. sér. II. p. 408, 1845.

Quelques observations géologiques sur les Apennins de l' Italie centrale, par MM. le comte Al. Spada Lavini et le prof. Orsini. Boll. de la Soc. géol. de France 2. sér. XII. p. 1144, 1855.

esse ellissoidi le grandi masse ferree, le diche quarzose ed i filoni listati, che ne costituiscono la ricchezza metallifera, legame di posizione e di possente azione metamorfica.

Così del pari, come arcano fu sempre riguardato il nesso prevalente fra i minerali cuprici e le masse ofiolitiche, ed invano si tentò di applicarvi la teorica dei filoni di contatto, che i fatti superiormente addotti bastano a dimostrare inammissibile, e contro alla quale altri fatti innumerevoli si potrebbero arrecare. E non già a titolo di spiegazione, ma come semplice induzione dei fatti, si può razionalmente supporre che provenissero dallo stesso campo sotterraneo le successive eruzioni serpentinose, le cupriche e le idroplutoniche, che troviamo prevalentemente associate.

Oggidì che non v'ha più luogo a questionare sulla pretesa teorica dei crateri di sollevamento, si può dire che il carattere inerente alle formazioni vulcaniche, sia quello di attraversare i terreni senza indurre in essi effetti dinamici proporzionati alla intensità dei fenomeni eruttivi e delle azioni metamorfiche. Questo carattere, al quale in gran parte partecipano anche le masse ofiolitiche, potrebbe collegarsi alla grande profondità dei focolari vulcanici, molto maggiore che quella alla quale risiedono le cause dei locali sollevamenti. A profondità grandissima, perchè si possano esercitare effetti dinamici su estese porzioni della crosta terrestre e perchè ne possano provenire i materiali prodotti fino alla superficie, bisogna che per intensità e per estensione la causa sia grandissima; e tale dovette essere, dove vediamo le masse granitiche costituire l'asse dei gruppi o delle catene montuose. Ma basta supporre insufficiente per estensione e per intensità quella causa, per intendere che da quella medesima grandissima profondità ne provenissero iniezioni granitiche, euritiche e porfiriche, se tortuosi e di lento e difficile accesso furono gli spacchi e le fessure che ad essi consentirono d'iniettarvisi; e decise eruzioni vulcaniche, invece, se libero e pronto fino alla superficie fu lo spiraglio, per consentire pienezza di effetto alla pressione delle materie fuse ed alla espansione dei gassi.

Dei quattro sistemi orografici dunque della Toscana e dei quattro ordini di fenomeni geologici che vi si annettono, si

potrebbe supporre: che il vulcanico o riacolitico-granitico avesse più profoude radici di ogni altro, vi succedesse in ordine ascendente l'ofiolitico o cuprico, indi l'apenninico, e meno profondo di tutti il ferreo ossia quello della catena metallifera.



Continuazione della Memoria: RICERCHE INTORNO AD ALCUNI PUNTI DI ELETTRO-FISIOLOGIA, DI ANTONIO CIMA.

Una tale supposizione sulla differenza di energia degli atti nutritivi nei diversi punti della fibra muscolare, viene anche appoggiata dalle osservazioni anatomiche sulla distribuzione dei nervi che accompagnano i vasi sanguinei dei muscoli. Come abbiamo altrove accennato, è un fatto ammesso dai Fisiologi che le ultime ramificazioni del sistema nervoso sensitivo, e forse con più probabilità le fibre nervose *grigie*, abbiano una influenza grandissima su gli atti nutritivi che si compiono nelle estremità capillari, o per mezzo delle estremità capillari, dei vasi sanguinei. Ora risulta dalle osservazioni anatomiche (1) che le ultime ramificazioni nervose non si distribuiscono ugualmente su tutta la massa di un muscolo, ma che invece occupano uno spazio molto ristretto, cosicchè le diverse parti di esso non si trovano in relazione coi plessi formati da quelle sottilissime ramificazioni nervose, che per una estensione molto limitata. È intanto ragionevole ammettere che, là dove maggiore è la quantità di fibre nervose terminali o di fibre nervose *grigie*, sia maggiore l'attività di quegli atti che costituiscono la vita plastica dei muscoli.

Dietro ciò avremo, che nello stesso modo che si ha una corrente elettrica in quella specie di pila, allorchè si mettono

(1) Kölliker. Opera cit., pag. 212. e seg.

direttamente in comunicazione, o in circuito, i due dischetti estremi, se l'azione del liquido non è uguale su tutti i punti della circonferenza di ciascuno dei dischetti stessi, si avrà una corrente elettrica mettendo in comunicazione per mezzo d'un arco conduttore omogeneo le due sezioni trasversali opposte di un muscolo, se le azioni chimico-organiche che costituiscono la vita plastica del medesimo, non sono uguali in tutti i punti di una data fibra, nè in tutte le fibre da cui esso risulta.

La direzione di questa corrente sarà poi regolata costantemente in modo, che nei punti in cui l'azione chimica è maggiore, si avrà l'elemento negativo o l'elemento zinco della pila. E nel muscolo appunto, allorchè si opera nel modo ora indicato, la parte più vicina al suo mezzo, dove quegli atti nutritivi, dietro quelle considerazioni anatomiche, devono supporsi più attivi, fa da elemento negativo relativamente all'altra parte più lontana dal suo mezzo. Invece, nello stesso modo che non si ha corrente in quella specie di pila, allorchè il dischetto più attaccato si trova nel mezzo della medesima, non vi sarà corrente allorchè si chiude il circuito tra due tagli trasversali di un muscolo egualmente lontani dalla sua parte media.

5°. Dubois Reymond (1) ha dimostrato come si ottenga una corrente, nonostante debole, allorchè si stabilisce il circuito fra due punti diversamente distanti dal centro di una medesima sezione trasversale di un muscolo, e che questa corrente è diretta nel filo del galvanometro in modo che vi passa dal punto più lontano dal centro al punto più vicino al centro di quella sezione trasversale; cosicchè il primo di quei punti rappresenterebbe la superficie esterna del muscolo, il secondo la superficie di sezione del medesimo.

Matteucci partendo dal principio, altrove dimostrato, che la forza elettro-motrice della fibra muscolare cresce colla lunghezza della fibra stessa, e dalla analogia degli effetti che si hanno nell'organo elettrico della torpedine, spiega quella diversità di stato elettrico dei diversi punti della sezione trasversale di un muscolo, ammettendo, come è probabile, che i punti di quella sezione che sono più vicini al suo centro, corrispon-

(1) Bence Jones. Opera cit., pag. 90, e seg.

dato a fibre più lunghe di quelle prossime all'orlo della sezione stessa (1). In tal modo la deviazione dell'ago del galvanometro sarebbe dovuta alla corrente differenziale tra le fibre d'inegual lunghezza fra di loro a contatto.

Ma questo fatto ce lo possiamo benissimo rappresentare con quella specie di pila. Un fascetto muscolare, oppure un muscolo, sarebbe paragonabile, come abbiamo detto, ad un fascio di quelle pile disposte tutte parallelamente fra di loro. Supponiamo un numero qualunque di queste pile così disposte, e di cui la *fig.* 9 rappresenti il taglio trasversale. È evidente che se l'azione chimica del liquido è uguale su tutti i dischetti estremi *a*,*b*,*c*,..., stabilendo il circuito direttamente fra due di questi dischetti qualunque, non vi sarà corrente alcuna. Ma se quella azione chimica è più forte in uno che nell'altro, stabilita la comunicazione fra i medesimi, vi sarà una corrente che nel filo congiuntivo sarà diretta dal dischetto meno attaccato al più attaccato. Supponiamo che questo sia il dischetto centrale *e*: allora stabilendo il circuito tra esso e un altro qualunque, vi sarà una corrente nella direzione ora accennata.

Nel caso del muscolo, come abbiamo detto, la corrente è diretta nel filo del galvanometro dal punto più lontano dal centro a quello che è più vicino a questo, cosicchè, volendo insistere nella sua analogia con quel fascio di pile, bisognerà dire che il disco estremo della pila di mezzo rappresenterà il taglio trasversale delle fibre centrali del muscolo, e i dischi estremi delle altre pile che si trovano attorno a quella, rappresenteranno il taglio trasversale delle fibre meno centrali. Ora è presumibile che gli atti nutritivi che avvengono nel parenchima del muscolo siano più attivi, o almeno si alterino o cessino più tardi dopo il taglio e dopo la morte dell'animale, nelle parti centrali del muscolo, meno soggette all'azione degli agenti esterni, che nelle parti periferiche del medesimo; cosicchè anche in questo caso abbiamo una analogia tra il modo di comportarsi di quei fasci di pile e i muscoli, messi in circostanze simili.

6°. Finalmente quella specie di pila presenta tutti i ca-

(1) Matteucci. Lezioni cit. pag 54.

ratteri che ne manifesta il muscolo come elettro-motore, e che lo fanno distinguere dai comuni elettro-motori voltiani.

Il muscolo si distingue da un comune elettro-motore voltiano, perchè, come si notò al principio di questo Capo, allorquando è intiero e non ha una estremità tendinosa più sviluppata dell'altra, presenta in ambe lo stesso stato elettrico; ma quella specie di pila presenta anche lo stesso stato elettrico alle sue due estremità.

Se tagliamo trasversalmente un muscolo, le due superficie *ab*, *cd*, (*fig.* 10) prodotte col taglio hanno ambe lo stesso stato elettrico, contrariamente a ciò che avviene in un elettromotore voltiano che si divida trasversalmente in due parti; intanto quella specie di pila presenta lo stesso carattere del muscolo. Divisa in due trasversalmente (*fig.* 11) ambe le sue superficie di sezione sono negative riguardo alle sue estremità.

Dietro queste fondamentali considerazioni, e dietro quanto abbiamo detto parlando del modo d'inserzione delle fibre muscolari nel tendine e dell'uso di questo nella *corrente muscolare*, si può facilmente estendere questa analogia di proprietà e di fenomeni presentati da quella specie particolare di pila e da quei muscoli che sono tendinosi più in una che nell'altra delle loro estremità.

§. 35°. Conchiudendo dunque colle stesse parole con cui ho principiato questo Capo, dirò, che senza pretendere di aver fatto una scoperta così importante, quale è quella della forma e della natura dell'elettro-motore muscolare, credo per altro di aver trovato una maniera di elettro-motore il quale mi rappresenta, in maniera non del tutto imperfetta, le proprietà e i fenomeni che ci manifesta l'elettromotore muscolare, e che si accosta più nella disposizione delle sue parti alla struttura della fibra muscolare.

PARTE SECONDA

Dei fenomeni elettrici della contrazione muscolare.

CAPO I.

Corrente elettrica della contrazione.

§. 1°. Il primo fatto ben constatato che si riferisce allo sviluppo di elettricità nell'atto della contrazione muscolare, è quello che fu scoperto da Matteucci nel 1842, e dal medesimo comunicato prima all'Accademia delle Scienze di Parigi, quindi pubblicato in diversi Giornali (1). Il quale fatto consiste nei movimenti contrattivi che si fanno vedere in una *rana galvanoscopica*, bene isolata, il di cui nervo solamente sia disteso sui muscoli di un'altra rana preparata alla Galvani, o di un altro animale qualunque, e questi muscoli si facciano contrarre coll'irritarne i nervi che vi si distribuiscono, sia per mezzo di una corrente elettrica, sia in qualunque altro modo fisico, chimico, meccanico.

Questo fatto fu da Matteucci chiamato *contrazione indotta*; e la conseguenza immediata che poteva trarsi dal medesimo all'epoca della sua scoperta si è, che tra le cagioni capaci di eccitare un nervo in modo tale da produrre la contrazione nel muscolo sottoposto, ossia nel muscolo in cui esso nervo si distribuisce, conviene annoverare anche la contrazione di un altro muscolo col quale quel nervo si trova artificialmente a contatto.

Il Matteucci nel pubblicare la prima volta questo fatto della *contrazione indotta*, si astenne dal pronunciarsi apertamente sulla cagione del medesimo. Per altro dimostrò per mezzo dell'esperienza:

1.° Che eccitando qualunque altra specie di movimento che non sia contrazione, in un muscolo sul quale è disteso il ner-

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences de Paris*, Ottobre 1842. *Annales de Chimie et de Physique*. Tom. XVI. 3. Serie, 1842.

vo della *rana galvanoscopica*, non si ha in questa la *contrazione indotta*.

2°. Che interponendo tra il muscolo che si fa contrarre e il nervo della *rana galvanoscopica* una sottilissima foglia metallica, mancano anche le *contrazioni indotte*.

3°. Che si ha lo stesso risultato negativo sostituendo a quella foglia metallica, uno strato sottilissimo di una sostanza non conduttrice della elettricità, come di taffettà gommato, di resina ec.

4°. Che si manifestano invece le *contrazioni indotte*, allorchè s'interpone tra il muscolo e il nervo, un pezzo di carta sottilissima e senza colla, o anche un sottilissimo strato di essenza di trementina.

§. 2°. Tuttavia Becquerel (1) non esitò a dichiarare in una piccola nota comunicata al Matteucci stesso, che nel fenomeno della contrazione muscolare doveva succedere una scarica elettrica, e che da questa doveva ripetersi la *contrazione indotta*. Ed ecco testualmente la nota del Becquerel » A l'instant où la « grenouille se contracte, il y a une décharge électrique qui « passe dans l'extremité du nerf de la jambe quand cette extre« mité pose sur le muscle, ou n'en est séparée que par une ban« de de papier humide ; elle se décharge par la feuille d'or at« tendu que ce métal conduit mieux l'électricité que le nerf; « fait analogue à celui que l'on observe en plaçant une tor« pille dans un plat de métal que l'on tient à la main: dans « ce cas la décharge passe dans le metal et non dans la main : « enfin l'interposition d'une bande de papier glacé ou isolant « doit empècher le nerf de la jambe d'ètre affecté. Tous ces « effets ne peuvent donc ètre produits que par des courants dé« rivés; des-lors on est porté à admettre la production d'une « décharge électrique à l'instant où le muscle se contracte ».

§. 3°. Questa spiegazione di Becquerel è giusta, ma parte da un principio non ancora dimostrato all'epoca delle prime esperienze di Matteucci, cioè che nell'atto della contrazione si produca una scarica elettrica. Infatti dal vedere che quella *rana galvanoscopica* si contrae, allorchè il suo nervo è a contatto

(1) *Annales de Chimie et de Physique*. Tom. XVI. 3. Série, 1842.

di un muscolo che si mette in contrazione, se ne deduce necessariamente che ciò avvenga perchè una corrente o una scarica elettrica passa per il suo nervo? Forse che un muscolo non può contrarsi per altre azioni eccitate nel nervo che vi si distribuisce, indipendentemente da quella che vi può eccitare l'elettricità? O non si potrebbe forse supporre (e ciò partendo da altri fatti somministrati dalla Fisica) non si potrebbe, dico, supporre che nello stesso modo, che un nervo eccitato in una maniera particolare è capace di produrre nelle fibre muscolari quell'azione per cui esse entrano in contrazione, reciprocamente le fibre muscolari nel contrarsi siano capaci di reagire sul nervo e di eccitare in esso quella azione che sveglia la contrazione nei muscoli sottoposti? Non si potrebbe ammettere qualche cosa di analogo al fatto per cui nello stesso modo che il calorico eccita la corrente elettrica, questa corrente elettrica produce calorico?

§. 4°. Nonostante questi dubbi che potrebbonsi elevare in questa questione, era naturale il sospetto che nell'atto della contrazione muscolare avesse luogo uno sviluppo di elettricità. Per conseguenza era naturale il pensiero di disporre in modo alquanto diverso l'esperimento per poter far uso del galvanometro. Ma tutti i tentativi fatti dallo stesso scuopritore della *contrazione indotta* e da altri Fisici riescirono vani; nè si potè aver segno alcuno di corrente elettrica per mezzo del galvanometro, allorchè si faceva contrarre un muscolo convenientemente disposto nel circuito del filo di questo istrumento.

§. 5°. Nelle prime esperienze sulla *contrazione indotta* il nervo della *rana galvanoscopica*, isolata, era disteso in un modo qualunque sopra il muscolo della rana galvanica che si faceva artificialmente contrarre, e che d'ora innanzi chiameremo *rana inducente*, in maniera che lo toccava in un numero di punti, ora maggiore ora minore. Una tale disposizione della esperienza se era sufficiente, come la fu, per dimostrare il fatto fondamentale, non era per altro molto adatta per potere studiare le leggi del fenomeno e per togliere i dubbi esistenti intorno alla vera cagione del medesimo. Si è perciò che Matteucci stesso usò una nuova maniera di disporre la esperienza, e che descrisse la prima volta nel 1850 in una Memoria comu-

nicata alla Società Reale di Londra (1). e quindi riprodusse ultimamente nelle sue *Lezioni di Elettro-Fisiologia* (2).

Si colloca sopra una lamina di guttapercha una mezza rana galvanica, munita del suo nervo lombare e del pezzo di spina dorsale annesso, si applicano a due punti qualunque della gamba o della coscia, distanti fra di loro da 8 a 10 millimetri, due stoppini di cotone o due striscie di panno lano imbevute d'acqua leggiermente salata, si chiude quindi il circuito fra i due stoppini per mezzo del nervo della *rana galvanoscopica*, bene isolata.

Disponendo questa esperienza si osserva primieramente che nel chiudersi del circuito la *rana galvanoscopica* si contrae. Ciò avviene allorquàndo le parti della gamba o della coscia della mezza rana galvanica a contatto delli stoppini sono, una delle estremità e un punto verso il mezzo del muscolo. In questo caso non è dovuta la contrazione della *rana galvanoscopica*, che alla *corrente muscolare* della rana galvanica. Avviene altre volte che la *rana galvanoscopica* non si contrae, quando il suo nervo chiude quel circuito; il che succede allorquando a motivo dei punti di contatto stabiliti dalli stoppini non vi è in circolazione quella *corrente muscolare*.

Se intanto nell'uno e nell'altro caso, dopo chiuso il circuito nel modo già accennato, si irrita in una maniera qualunque il nervo lombare della mezza rana galvanica, talchè i suoi muscoli entrino in contrazione, si vede che tutte le volte che ciò avviene si contrae anche fortemente la *rana galvanoscopica*.

§. 6. Ho ripetuto molte volte queste esperienze, ed ho avuto risultati identici a quelli ottenuti da Matteucci; mi ho fatte tutte le obiezioni possibili contro i medesimi, ma ho dovuto conchiudere che le contrazioni che si ottengono nella *rana galvanoscopica*, sono veramente dovute alla contrazione della *rana inducente*. Infatti si potrebbe opporre, ammettendo che le *contrazioni indotte* siano dovute ad una corrente che passa per il nervo della *rana galvanoscopica*, si potrebbe, dico, opporre che

(1) *Phylosophical Transactions*. Part. II. 1850.

(2) Matteucci. Lezioni cit., pag. 77 e seg.

allorquando il circuito resta chiuso, questa non può nè deve contrarsi, ma che appena, a motivo della contrazione della *rana inducente*, s' introduce un cambiamento nei contatti esistenti fra i suoi muscoli e gli stoppini, per cui succede un cambiamento nella conducibilità del circuito stesso, la *rana galvanoscopica* deve manifestare la contrazione, sia che tale cambiamento porti un aumento nella intensità della corrente della *rana inducente*, sia che produca una diminuzione nella medesima. Nell' un caso e nell' altro potrebbe aversi la *contrazione indotta* se la *rana galvanoscopica* è sufficientemente sensibile.

Ora per verificare se la *contrazione indotta* poteva dipendere da simil cagione ho fatto queste esperienze. Dopo disposte le cose nel modo sopra detto, e senza far contrarre la mezza rana galvanica, smovo gli stoppini senza distaccargli dal contatto col muscolo, in modo da fargli scorrere sul medesimo, talchè il circuito diventi più lungo o più corto. In altri casi tenendoli in parte ripiegati sopra se stessi, gli distendo quindi sopra il muscolo, tenendo sempre chiuso il circuito; finalmente li comprimo sopra il muscolo stesso.

I risultati che ho ottenuto con tutti questi tentativi si possono formulare nel modo seguente :

= Quando gli stoppini chiudono il circuito tra due punti del muscolo in modo che vi sia nel circuito stesso la *corrente muscolare*, quei cambiamenti indotti nell' estensione dei punti di contatto, nella distanza reciproca tra i medesimi ec., danno luogo spesso alla *contrazione* nella *rana galvanoscopica*. Quando invece gli stoppini sono a contatto del muscolo della *rana inducente*, talchè non si abbia in circuito la *corrente muscolare*, cotesti cambiamenti nei contatti, nella lunghezza del circuito ec., non danno mai luogo al fenomeno della *contrazione* della *rana galvanoscopica* =.

Ciò basta per ben distinguere fra di loro i due fenomeni, quello cioè che si produce dal passaggio della corrente, diremo ordinaria, dei muscoli, per il nervo della *rana galvanoscopica*, da quello che viene prodotto dalla contrazione della *rana inducente*, indipendentemente dalla presenza della sua *corrente muscolare*.

§. 7°. Per dimostrare intanto la vera origine elettrica della

contrazione indotta, bisognava ricorrere al galvanometro. E Matteucci, come si disse, vi ricorse, ma ottenne dei risultati negativi; il che si dovette alla sola circostanza che il medesimo non potè in quel tempo, cui si riferiscono le sue prime esperienze, disporre di un galvanometro sufficientemente sensibile, e da che non immaginò di produrre nel muscolo sottomesso alla esperienza, una contrazione sostenuta per un certo tempo. Fu in ciò più fortunato Dubois Reymond che possedendo un galvanometro sensibilissimo, quale è quello di 24 mila giri, di cui abbiamo già parlato, e avendo ideato di mantenere il muscolo per qualche tempo in stato di contrazione tetanica, ottenne segni manifestissimi di deviazione nell'ago astatico.

L'esperienza fondamentale di Dubois Reymond consiste nel collocare un muscolo gastronemio di rana, munito del suo nervo, sopra i due soliti pacchetti di carta o di panno lano imbevuti di soluzione di sal marino e che pescano nei due bicchierini, nei quali sono immerse le estremità in platino del filo galvanometrico. Il nervo che è unito organicamente a quel muscolo, si lascia fuori del circuito, bene isolato sopra un sostegno di guttaperche. Ottenuta la deviazione fissa nell'ago dell'istrumento della *corrente ascendente* di quel muscolo, si irrita quel nervo che si trova al contatto di due fili di platino, per mezzo d'una serie di correnti di induzione. Il muscolo entra così in contrazione che diventa tetanica, a motivo della rapidità con cui agiscono sul suo nervo quelle correnti interrotte a piccoli intervalli, e nel mentre si vede l'ago del galvanometro discendere verso lo 0°, oltrepassare questo punto ed oscillare nel quadrante opposto (1).

Simili risultati si ottengono sostituendo all'azione eccitante delle correnti di induzione sopra il nervo, quella che sul medesimo esercita l'azotato di stricnina, e che produce anche il tetano nel muscolo in cui si distribuisce quel nervo.

Dubois Reymond nel fare questa esperienza ha preso tutte le precauzioni necessarie perchè i contatti tra le diverse parti del circuito non soffrissero cambiamento alcuno a motivo del-

(1) Bence Jones. Opera cit., pag. 130. e seg.

la contrazione del muscolo. Uno dei mezzi migliori per ottenere ciò, si è quello di lasciare il muscolo gastronemio *a* (*fig.* 12) unito come lo è naturalmente alla tibia, fissare stabilmente le estremità di quest' osso per mezzo d'un doppio morsetto *ho*, fissato esso stesso fortemente al sostegno comune A, B della *fig.* 2, e nello stabilire nel modo solito le comunicazioni tra i due punti del gastronemio e i due pacchetti in comunicazione col filo del galvanometro.

§. 8. Si potrebbe forse fare una obiezione contro i risultati ottenuti da Dubois Reymond, partendo dalla proprietà così detta *elettro-tonica* dei nervi, di cui parleremo in seguito (1), allorchè si adopera per mezzo tetanizzante una corrente elettrica alquanto forte, ed allorchè si usano specialmente a questo fine le correnti di induzione, così difficili ad isolare, e l'apparato dei due bicchierini descritto altrove, e rappresentato nella *fig.* 1, col quale ho riconosciuto non potersi avere un isolamento perfetto. Quindi per non anticipare l'esposizione di certe ricerche che si riferiscono ad un'altra parte di questo scritto, dirò solamente che quella obiezione perde tutto il suo valore, allorchè si riflette che si hanno gl' istessi risultati, cioè, la produzione di una corrente elettrica, diretta sempre nello stesso senso nel muscolo che si contrae, allorchè all'azione eccitante delle correnti d'induzione sul nervo che in esso si distribuisce, viene sostituita, come abbiamo detto, l'azione della stricnina, o quella del calorico, di una irritazione meccanica ec. Anche servendosi della elettricità come mezzo tetanizzante: cade quella obiezione allorchè si usa una pila molto debole, la di cui corrente si interrompe e si ristabilisce a piccoli intervalli con un mezzo qualunque, come sarebbe una ruota di interruzione introdotta nel suo circuito, e allorchè si fa uso di una lastrina di platino e d'un'altra di zinco, unite fra di loro come le aste di un compasso, e formanti una semplice coppia voltaica colla quale si va irritando il nervo a piccoli intervalli per eccitare la contrazione nel muscolo sottoposto. Infatti quella corrente d'una pila molto debole, e tanto più quella di questa semplice coppia, non sono atte a mettere in azione la *forza elet-*

(1) Parte 3. Capo 2. di questa *Memoria*.

tro-tonica dei nervi, nè sono tali da passare in parte per il filo del galvanometro.

§. 9.° Dubois Reymond dispone la esperienza in un altro modo (1). Taglia all'altezza del bacino uno dei nervi lombari in una rana intiera e viva. Dispone questa rana a cavalcioni tra due bicchieri contenenti acqua salata, e nei quali pescano le due estremità in platino del filo galvanometrico. A motivo della grande sensibilità del galvanometro, appariscono dei segni di corrente dovuti alla eterogeneità delle parti immerse nel liquido, ma che presto cessano; cosicchè dopo breve tempo non vi è segno alcuno di corrente nel circuito. Allorchè l'ago è a 0°, applica sul nervo lombare intatto di quella rana alcune gocce di azotato di stricnina. Il membro corrispondente si contrae fortemente e diventa tetanico, mentre l'altro membro, nel quale il nervo è tagliato, resta allo stato naturale. Nel tempo stesso si vede l'ago del galvanometro deviare, indicando una corrente che passa nel membro tetanizzato all'altro per il filo del galvanometro, ossia indicando una corrente *discendente* nell'estremità contratta.

Dubois Reymond si è servito anche in questa esperienza, come mezzo tetanizzante, di una serie di correnti istantanee prodotte da un apparato di induzione, ed ebbe lo stesso risultato.

§. 10°. Questa corrente che si manifesta nella estremità tetanizzata della rana, costantemente nella stessa direzione, non può attribuirsi a cagioni estrinseche. Non alla agitazione del liquido prodotta dalla rana mentre si contrae, perchè producendo nel liquido stesso di uno dei bicchieri una agitazione anche più grande di quella che vi produce la rana nel contrarsi, l'ago del galvanometro o non si muove, o devia per un istante e quindi torna a 0°. Non può essere attribuita a ciò che uno dei membri nel contrarsi sporge alquanto più dal liquido, mentre, elevando alquanto quel membro stesso, se l'ago devia per un istante, si rimette ben presto sulla linea di riposo.

Del resto inducendo nel liquido, nei contatti fra le diverse parti del circuito, tutte quelle modificazioni fisiche che possono esservi prodotte dal contrarsi della rana, i segni di corrente che

(1) Bence Jones. Opera cit., pag. 150-154.

si hanno qualche volta, sono deboli, fugaci, incostanti, non seguono nessuna legge fissa, e non possono essere confusi con quelli che vengono realmente prodotti dalla contrazione sostenuta, da chi conosca appena l'uso del galvanometro.

Finalmente la costanza nella direzione della deviazione dell'ago, adoperando liquidi diversi nei due bicchierini, è una nuova prova che la cagione che produce i segni di corrente nell'esperienze di cui ci occupiamo, sta veramente nel muscolo stesso nell'atto che si contrae.

§. 11°. Ho ripetuto con tutte le cautele e precauzioni richieste le esperienze di Dubois Reymond, descritte in questi due ultimi paragrafi, escludendo l'applicazione delle correnti di induzione, e contentandomi di irritare il nervo per mezzo di quella pinzetta zinco-platino, o tetanizzando il muscolo per mezzo dell'applicazione di alcune gocce di azotato di stricnina sul nervo stesso, adoperando inoltre il solito mezzo per evitare la produzione delle polarità secondarie.

Ho usato non solamente il gastronemio della rana, ma anche la sola coscia intiera del medesimo animale, nella quale, come si sa, la corrente è *ascendente*, come nel gastronemio, e nell'uno e nell'altro caso ho potuto riconoscere ripetutamente, che la *corrente di contrazione* che si manifesta al galvanometro, durante il tetano, è una corrente *discendente*, ossia in direzione contraria alla *corrente ordinaria* di quel muscolo gastronemio e di quella coscia intatta. Ho osservato infatti costantemente, che l'ago deviato già per la presenza della corrente del muscolo in riposo, scendeva verso lo 0° allorchè cominciavano le contrazioni tetaniche del muscolo stesso, e passava quindi nell'altro quadrante opposto persistendo tali contrazioni.

Ho operato anche colla rana viva e colla rana galvanica a cavalcioni dei due bicchieri contenenti soluzione satura di solfato di zinco, e non mi rimase dubbio alcuno sul fatto della deviazione dell'ago del galvanometro durante il tempo che una delle estremità del ranocchio si mantiene tetanicamente contratta. Appena principia a manifestarsi il tetano, l'ago che in questo caso è a 0°, comincia a deviare, e si mantiene deviato, benchè oscillante debolmente durante tutto il tempo suddetto. Parimenti non mi rimane dubbio alcuno sulla direzione della *cor-*

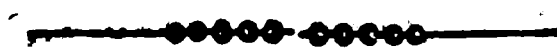
rente di contrazione, anche in questa modificazione della esperienza. La deviazione dell'ago è sempre tale che indica una corrente che nel membro contratto è *discendente*, cioè contraria alla *corrente muscolare* ordinaria, che manifesterebbe il membro stesso convenientemente disposto nel circuito del galvanometro e nello stato di riposo.

Ho finalmente variato l'esperienza fatta col gastronemio della rana, colla coscia sola intatta di questo animale e con una estremità inferiore intiera del medesimo, disponendo queste parti in modo nel circuito del galvanometro da non manifestarsi la presenza della *corrente muscolare* ordinaria. Si possono trovare quali sono i punti tra i quali stabilendo le comunicazioni non vi è *corrente muscolare*, facendo scorrere il muscolo o il membro intiero su i due stoppini del solito apparato, oppure questi al disotto di quello, finchè si vede che l'ago torna a 0°. Anche in questo caso ho osservato costantemente, che durante il tetano si aveva una corrente in direzione contraria alla solita *corrente muscolare*, che si sarebbe manifestata al galvanometro, se i contatti fossero stati stabiliti in modo da aversi questa corrente.

§. 12. Ecco intanto le considerazioni che possiamo fare, riflettendo su i risultati ottenuti:

Primieramente non può cader dubbio alcuno, che, o si disponga l'esperienza come nelle prime ricerche di Matteucci sulla *contrazione indotta*, servendosi della *rana galvanoscopica*, o si disponga nelle varie maniere usate da Dubois Reymond, adoperando il galvanometro, che durante il tempo che un muscolo o un membro intiero di ranocchio si mantiene tetanicamente contratto, si manifesta una corrente elettrica.

(*continua*).



(*Segue la continuazione dell'articolo* — Nuova Teoria degli Stromenti Ottici — *del Prof. O. F. Mossotti*).

cazione di questa Parte IV della mia Teoria degli stromenti ottici esporrò l'accennata deduzione dell'esistenza dei detti punti, dando un'interpretazione più esplicita della loro natura, e mostrerò in seguito, battendo le tracce del citato autore, l'uso che se ne può fare per tener conto, con poca complicanza di calcolo, degli effetti della grossezza delle lenti in un sistema ottico.

2.

Deduzione dei centri coniugati.

La proprietà che serve a definire il raggio costituente l'asse d'un pennello luminoso, che attraversa una lente, è espressa (1) da

$$(1)\qquad \frac{\cos Y_2}{v_2}=\frac{\cos Y_0}{v_0}\,,\quad e\quad \frac{\cos Z_2}{v_2}=\frac{\cos Z_0}{v_0}\,:$$

cioè, è quel raggio che entra ed esce dalla lente parallelamente a sè stesso, se la lente è immersa in uno stesso mezzo, ovvero si rifrange come se passasse da uno ad un altro mezzo attraverso una superficie piana perpendicolare all'asse centrale, se la lente è interposta fra questi due mezzi.

Eliminando colle premesse equazioni $\cos Y_2$ e $\cos Z_2$ dalla seconda delle equazioni (8) e (9) date all'articolo 3 del Capitolo III, Parte I, avremo per la determinazione dell'asse del pennello le seguenti

$$(2)\qquad 0=P^{(1)}_{2}\,y_1+(P^{(2)}_{2}-1)\frac{\cos Y_0}{v_0},\quad 0=P^{(1)}_{2}\,z_1+(P^{(2)}_{2}-1)\frac{\cos Z_0}{v_0},$$

ovvero, ponendo per $\cos Y_0$ e $\cos Z_0$ i loro valori, che, nella condizione di far passare il piano delle coordinate x,y pel punto radiante, sono dati da

$$\cos Y_0=\frac{y_1-y_0}{\Delta_0}\quad,\qquad \cos Z_0=\frac{z_1}{\Delta_0}\,,$$

(1) Vedasi l'articolo 3 del Capitolo II, Parte II.

quest'altre due

$$\left\{P_{s}^{(1)}+\frac{1}{v_0\Delta_0}(P_{s}^{(2)}-1)\right\}y_1=\frac{1}{v_0\Delta_0}(P_{s}^{(2)}-1)y_0,\quad \left\{P_{s}^{(1)}+\frac{1}{v_0\Delta_0}(P_{s}^{(2)}-1)\right\}z_1=0.$$

La seconda di queste equazioni, eccettuando il caso che il valore di Δ_0 annulli il coefficiente di z_1, esige che sia $z_1 = 0$; e ci mostra che l'asse del pennello sta nel piano passante per l'asse centrale e pel punto raggiante: ponendo poi

$$(3)\qquad l_0 = \frac{P_{s}^{(2)}-1}{v_0 P_{s}^{(1)}},$$

la prima prende la forma

$$\left(1+\frac{l_0}{\Delta_0}\right)y_1 = \frac{l_0}{\Delta_0}\,y_0\,,$$

dalla quale si ricava

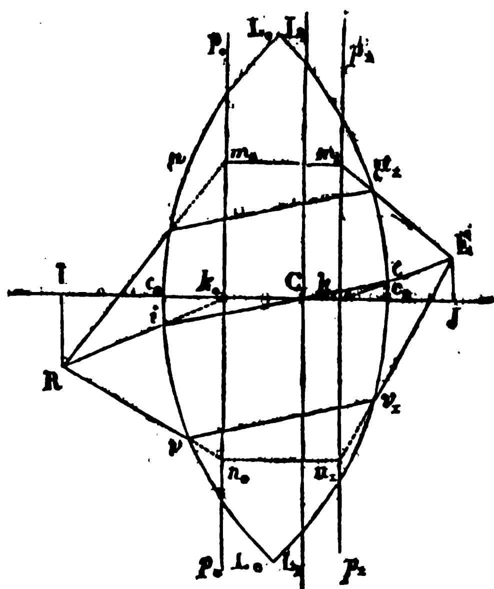
$$(4)\qquad y_1 = \frac{l_0}{\Delta_0+l_0}\,y_0\,.$$

Nella figura 1ª, simile a quella data nell'articolo 3 del Capitolo II, Parte II, conduciamo dal punto raggiante R al punto i, pel quale l'asse del pennello penetra nella lente, la retta Ri, che prolungata incontri l'asse centrale I J nel punto k_0. La similitudine dei triangoli Ik_0R, c_0k_0i ci darà la proporzione

$$\mathrm{IR} : c_0 i = \mathrm{I}k_0 : c_0 k_0\,,$$

tal che essendo $\mathrm{IR} = y_0$, $c_0 i = y_1$, almeno nei limiti d'approssimazione entro cui sono rinchiuse le formole (2), ed $\mathrm{I}k_0 = \Delta_0 + c_0k_0$, dal confronto del valore di c_0k_0, che si ricava da questa proporzione, con quello di l_0, che si deduce dalla precedente equazione, rileveremo dover essere $c_0k_0 = l_0$.

Fig. 1.ª



Il raggio, rappresentante l'asse del pennello che parte dal punto raggiante R, ha dunque la sua prima parte incidente così diretta, che taglia l'asse centrale in un punto k_0 distante dal centro di figura della superficie anteriore della lente di una quantità eguale ad l_0. Siccome questa quantità, dataci dalla formola (3), è soltanto funzione degli elementi fisici e geometrici della lente, e dei mezzi con cui è in contatto, ed è indipendente dalla posizione del punto raggiante, perciò conchiuderemo che, qualunque sia la posizione di questo punto, quello d'intersezione della porzione incidente dell'asse del pennello luminoso coll'asse centrale della lente cadrà sempre nel luogo k_0, vale a dire, le parti incidenti degli assi dei pennelli luminosi, che partono dai varii elementi dell'oggetto, prolungate, passeranno tutte per lo stesso punto k_0.

Consideriamo ora il raggio rappresentante l'asse del pen-

nello luminoso dopo essere uscito dalla lente, ma supponiamolo dotato d'un corso retrogrado, di modo che questo raggio parta dal fuoco E coniugato di R, corrispondente alle coordinate y, 0 e Δ_1, ed entri nella lente pel punto della superficie opposta $L_1 c_1 L_1$, segnato e nella figura, e le cui coordinate indicheremo con y_2 e z_2. Pel corso di questo raggio le equazioni corrispondenti alle (2) saranno, giusta quanto fu detto all'articolo 6 del Capitolo IV, Parte I,

$$0 = -P_1^{(3)} y_2 + (P_1^{(2)} - 1)\frac{\cos Y_2}{v_2}\ ,\quad 0 = -P_1^{(3)} z_2 + (P_1^{(2)} - 1)\frac{\cos Z_2}{v_2}$$

dalle quali eliminando $\cos Y_2$ e $\cos Z_2$ colle formole

$$\cos Y_2 = \frac{y - y_2}{\Delta_1}\quad ,\qquad \cos Z_2 = -\frac{z_2}{\Delta_1}\ ,$$

ed invertendo gli indici superiori ed inferiori delle P, ciò che è lecito per quello che fu detto nell'or citato articolo, dedurremo

$$\left\{P_3^{(1)} + \frac{1}{v_2\Delta_1}(P_2^{(1)} - 1)\right\} y_2 = \frac{1}{v_2\Delta_1}(P_2^{(1)} - 1) y\ ,\quad \left\{P_3^{(1)} + \frac{1}{v_2\Delta_1}(P_2^{(1)} - 1)\right\} z_2 = 0$$

La seconda di queste equazioni dandoci $z_2 = 0$, ci dice, che il raggio rappresentante l'asse della porzione emergente del pennello incontra la seconda superficie della lente in un punto situato nel piano delle coordinate x, y, e la prima, che, posto

$$(5)\qquad l_1 = \frac{P_2^{(1)} - 1}{v_2 P_3^{(1)}}$$

l'ordinata y_2 del suo punto d'incontro colla detta superficie è data dalla formola

$$(6)\qquad y_2 = \frac{1}{\Delta_1 + l_1}\, y\ .$$

Questa formola è simile alla precedente (4), e confrontandola

col valore di $c_1 k_1$, che si deduce dalla proporzione

$$JE : c_1 e = J k_1 : c_1 k_1 ,$$

risultante dalla similitudine dei due triangoli $E k_1 J$, $e k_1 e_1$, ottenuti col prolungare per indietro la porzione emergente dell'asse del pennello sino ad incontrare l'asse centrale in k_1, ci mostra essere $c_1 k_1 = l_1$, e che, risultando dalla (5) l_1 indipendente dalle quantità relative alla situazione del punto raggiante R, tutte le porzioni emergenti degli assi dei pennelli partiti dai diversi punti dell'oggetto concorrono virtualmente nel punto k_1.

Se col mezzo d'una lente sussidiaria concentriamo in un punto k_0 i raggi emanati da un elemento luminoso situato sull'asse centrale della medesima, indi collochiamo la lente che serve alle nostre considerazioni, *fig.* 1, in modo che il suo asse centrale coincida con quello della prima lente, e che il suo punto k_0 si sovraponga al punto k_0 di riunione di detti raggi, si riconosce da quanto è stato detto nell'articolo 3 del Capitolo II, Parte II, sul centro ottico (1), e da quanto è stato testè

(1) La determinazione del centro ottico di una lente, che forma il soggetto del citato articolo, può conseguirsi in un modo più conciso, e conforme alle considerazioni su cui s'aggira questa Appendice, partendo direttamente dalle equazioni (8) del Capitolo III, Parte I, omettendo quelle relative al piano delle x, z che spariscono per essere z_1 e cos Z_0 nulli. Quelle equazioni nel caso dell'asse d'un pennello pel quale deve sussistere la condizione (1), prendono la forma

$$y_2 = P_2^{(1)} y_1 + P_2^{(2)} \frac{\cos Y_0}{v_0} \quad , \qquad 0 = P_2^{(1)} y_1 + \left(P_2^{(2)} - 1\right) \frac{\cos Y_0}{v_0} .$$

Si elimini da esse cos Y_0, e si riduca il coefficiente di y_1 col mezzo della (3) del Capitolo IV, Parte I, e si otterrà

$$y_2 = - \frac{P_2^{(1)} - 1}{P_2^{(2)} - 1} y_1 = - \frac{v_2 l_1}{v_0 l_0} y_1 .$$

Se ora nell'equazione rappresentante il corso della porzione interna dell'asse del pennello, che è

$$y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} x + y_1 ,$$

dimostrato, che i suddetti raggi, penetrati che siano nella lente in considerazione, anderanno tutti a passare pel centro ottico della medesima, ed usciti dalla superficie opposta s'inclineranno in modo d'aver per fuoco virtuale il punto k_1, vale a dire, il centro ottico C sarà il fuoco coniugato del punto k_0 rispetto alla superficie rifrangente $L_0 c_0 L_0$, attraversata dai raggi incidenti; ed il punto k_1 il fuoco virtuale di C rispetto alla superficie rifrangente $L_1 c_1 L_1$ attraversata dai raggi emergenti. Un effetto simile, ma in ordine inverso, si otterrebbe se i raggi emanati dal punto luminoso si fossero prima fatti convergere nel punto k_1, per mezzo della lente sussidiaria interposta sul loro cammino, avanti di penetrare nella lente che consideriamo: l'immagine del detto punto sarebbe prima formata nel centro ottico C, indi virtualmente nel fuoco coniugato k_0. Per evitare

poniamo $y = 0$, per avere il valore x' dell'ascissa x in cui esso interseca l'asse centrale, ed osserviamo che, x_1 ed x_2 dinotando le ascisse corrispondenti alle ordinate y_1 ed y_2, si può prendere, entro il grado d'approssimazione in cui stiamo, $x_2 - x_1 = h_1$, troveremo

$$(b) \qquad x' = \frac{v_0 l_0}{v_0 l_0 + v_2 l_1} h_1 ,$$

la qual formola, con denominazioni diverse, coincide con quella segnata (17) nell'articolo citato.

Questo valore di x', essendo indipendente dalle coordinate Δ, ed y, del punto raggiante, ci prova che, se la lente è investita da più pennelli procedenti da punti luminosi diversi, tutti gli assi di questi pennelli intersecano l'asse centrale in uno stesso punto che è il centro ottico della lente.

Il valore di x' ci dà l'ascissa del centro ottico presa dal centro di figura della superficie anteriore della lente. Volendo avere l'ascissa x'' presa dal centro di figura della superficie posteriore, si osserverà che è $x'' = x' - h_1$, e quindi si troverà

$$x'' = - \frac{v_2 l_1}{v_0 l_0 + v_2 l_1} h_1 .$$

Quando la lente fosse immersa in uno stesso mezzo, e si avesse $v_2 = v_0$, i due corrispondenti valori di x' ed x'' si ridurrebbero ad

$$x' = \frac{l_0}{l_0 + l_1} h_1 \qquad , \qquad x'' = - \frac{l_1}{l_0 + l_1} h_1 .$$

d'estendere al di là dei giusti confini queste analogie degli effetti prodotti dall'azione della lente sui raggi partiti da un punto luminoso, ed in seguito concentrati in k_0 ovvero k_1, con quelli che la stessa azione produce sui raggi rappresentanti gli assi dei pennelli luminosi provenienti dai varii elementi d'un oggetto, giova tener presente che, quantunque questi ultimi raggi siano riuniti realmente e poi virtualmente nei punti C e k_1 ovvero C e k_0, pure non produrrebbero, come quelli emanati dal punto luminoso considerato sopra, un'immagine, perchè i raggi costituenti gli assi dei pennelli luminosi avendo, ciascuno, un'origine diversa, come originati in punti diversi dell'oggetto, apparterrebbero a sistemi d'ondulazioni eterogenee, che interferirebbero in gran parte fra loro, e non genererebbero tutt'al più che qualche luce confusa (1).

I ragionamenti fatti fin qui suppongono, come viene rappresentato nella *fig.* 1ª, che la lente sia convesso-convessa e sottile, vale a dire, parlando algebricamente che si abbia

$$(r) \qquad p_1 < 0 \;,\; p_3 < 0 \;,\; P_2^{(1)} < 0$$

ossia

$$k_1 < -\frac{1}{v_1}\left(\frac{1}{p_2} + \frac{1}{p_1}\right);$$

nel qual caso le distanze l_0 ed l_1 ottengono valori positivi, ed i punti k_0 e k_1 sono situati nell'interno della lente. Le posizioni dei punti k_0 e k_1 risulterebbero però diverse a seconda che una o due delle tre relazioni (r) non fossero soddisfatte. Senza di-

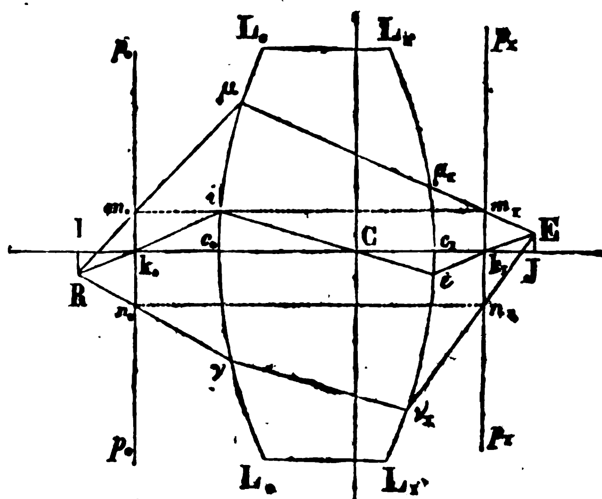
(1) Il considerare separatamente i raggi emanati da ciascun elemento dell'oggetto come componenti dei pennelli distinti, ed esaminare il corso dei loro assi successivi, è cosa assai importante nelle teorie dell'ottica, come lo comprova la semplicità con cui abbiamo dedotto le proprietà degli stromenti ottici dalle equazioni segnate (1) nel Capitolo I della Parte II, nelle quali non appariscono come variabili se non le coordinate del punto di emanazione dei raggi e quelle del punto d'incidenza. I primi scrittori d'ottica, che impiegavano invece le coordinate di quest'ultimo punto e le direzioni dei raggi, sono caduti talvolta in dimostrazioni confuse, e deduzioni erronee. Vedasi anche la nota dell'articolo 7, Capitolo II, Parte II.

scutere i varii casi che si possono presentare, ciò che ci devierebbe troppo dal nostro scopo, sceglieremo per esempio quello in cui le quantità p_1 e p_2 rimanendo negative, la funzione $P_2^{(1)}$ sia di valore positivo, cioè che la lente sia sufficientemente grossa da avere

$$h_1 > -\frac{1}{v_1}\left(\frac{1}{p_2}+\frac{1}{p_1}\right).$$

In questo caso i valori di l_0 ed l_1 risulteranno negativi, ed i punti k_0 e k_1 saranno situati al di fuori della lente, come nella *figura* 2.ª, nella quale le linee correlative sono marcate colle stesse lettere che nella *figura* 1ª.

Fig. 2.ª



Da questa figura si rileva, che, se esistesse in uno dei due punti k_0 o k_1 un elemento luminoso per sè stesso, si produrrebbe tanto nel centro ottico C, quanto nell'altro punto, un'immagine reale del medesimo.

Da quanto abbiamo esposto, chiaro apparisce che i punti k_0, C, k_1 oltre alla particolarità di poter divenire, secondo i ca-

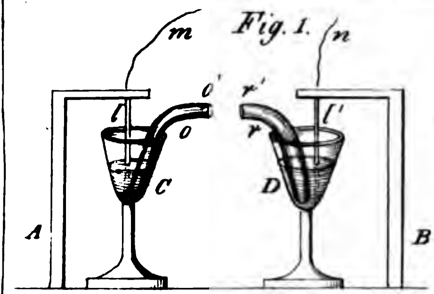


Fig. 1.



Fig. 3.



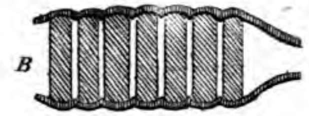


Fig. 6.
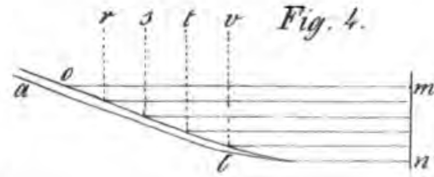


Fig. 4.



Fig. 2.

a
m

Fig. 5.



Fig. 7.





Fig. 20.

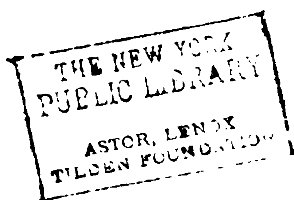


Fig. 21.

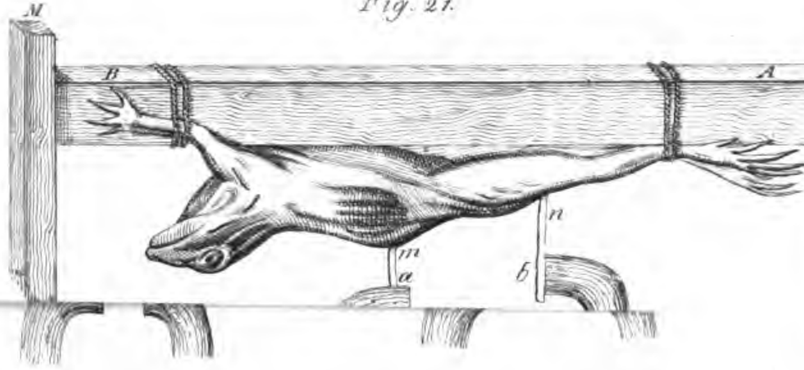
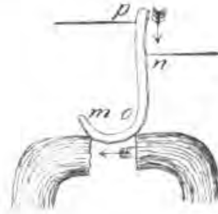


Fig. 22.



Fig. 23.



si, fuochi coniugati reali o virtuali d'un elemento luminoso situato in uno di essi, o dell'immagine d'un elemento introdotto dal di fuori, godono in ogni caso, la proprietà caratteristica d' essere i punti di reale o virtuale concorso delle tre parti degli assi dei pennelli, che, partiti dai varii elementi d'un oggetto, posto ad una lontananza qualunque, ma ad una distanza dall'asse comparativamente molto più piccola, investono una lente. Il punto k_0 è il luogo di concorso delle parti incidenti degli assi dei pennelli, il punto C quello delle parti interne, ed il punto k_1 quello delle parti emergenti; per tale motivo dando a questi punti il nome di centri, conserveremo al punto C il nome comunemente usato di *centro ottico*, ed indicheremo i punti k_0 e k_1 con quelli di *centri coniugati principali* (1).

3.

Piani coniugati.

Un'altra proprietà notevole dei centri coniugati principali si è, che, condotti per essi due piani $p_0 k_0 p_0$, $p_1 k_1 p_1$, *figure* 1,ª

(1) Questa denominazione ci sembra più espressiva di quella di punti principali introdotta da Gauss, la quale non enuncia alcuna proprietà dei centri suddetti.

A questo proposito osserveremo che la proprietà d'intersecarsi, realmente o virtualmente sull'asse centrale in tre punti consecutivi, è comune, ciò che forse non è stato ancora avvertito, a tutti i sistemi di raggi pei quali cos Y_2: cos Y_0 e cos Z_2: cos Z_0 hanno un rapporto eguale e costante; e che al sistema, in cui questo rapporto eguaglia $v_2 : v_0$, va unita un' altra proprietà caratteristica, ed è, che i piani perpendicolari all'asse centrale e passanti pel primo ed ultimo dei tre luoghi d'intersezione tagliano un raggio qualunque d'un pennello in due punti situati sopra una stessa parallela al detto asse: proprietà notevole scoperta dal Gauss, che dimostreremo nell'articolo seguente, e che è tanto utile nelle applicazioni. Il nome di *centri coniugati*, dato dal sig. Biot, ai due punti d'intersezione coll'asse delle porzioni incidenti ed emergenti dei raggi nel sistema da lui considerato, nel quale il detto rapporto eguaglia l'unità, non s'addice quindi esclusivamente ai due punti del sistema medesimo, ma è applicabile ai punti analoghi di tutti i sopra indicati sistemi di raggi, e l'epiteto *principali*, da noi aggiunto, serve a distinguere i due punti spettanti al sistema considerato da Gauss, che godono di maggiori e più utili proprietà.

e 2.ª, perpendicolarmente all'asse centrale, la porzione incidente $R\mu$ d'un raggio qualunque, e quella emergente $\mu_1 E$ dello stesso raggio incontrano rispettivamente questi piani in due punti situati sopra una retta parallela all'asse centrale.

In fatti le due equazioni della porzione incidente del raggio passante pel punto d'incidenza, essendo, nei limiti adottati d'approssimazione, in cui si può prendere $\cos X_0 = 1$, date da

$$y - y_1 = (x - x_1)\cos Y_0 \quad , \quad z - z_1 = (x - x_1)\cos Z_0 \; ,$$

otterremo le coordinate del punto d'incontro della detta porzione col primo piano $p_0 k_0 p_0$ ponendo in esse $x - x_1 = l_0$; quindi eliminando $\cos Y_0$, $\cos Z_0$ coi loro valori più volte citati, avremo per le coordinate y' e z' di questo punto

$$y' = y_1 + \frac{l_0}{\Delta_0}(y_1 - y_0) \quad ; \quad z' = z_1 + \frac{l_0}{\Delta_0}(z_1 - z_0).$$

Ora le due equazioni del raggio emergente, rappresentate in generale da quelle segnate (1) nel Capitolo I, Parte II, ci danno, quando si fa $n = 2$, e si pone $x - H_2 = - l_1$, pei valori delle coordinate y'' e z'' del punto d'incontro della porzione del raggio emergente col secondo piano $p_1 k_1 p_1$

$$y'' = (\overset{(1)}{Q_2} - v_2 l_1 \overset{(1)}{Q_3})y_1 - \frac{1}{v_0 \Delta_0}(\overset{(2)}{P_2} - v_2 l_1 \overset{(2)}{P_3})y_0 ,$$

$$z'' = (\overset{(1)}{Q_2} - v_2 l_1 \overset{(1)}{Q_3})z_1 - \frac{1}{v_0 \Delta_0}(\overset{(2)}{P_2} - v_2 l_1 \overset{(2)}{P_3})z_0$$

le quali, ridotte colla sostituzione dei respettivi valori di $\overset{(1)}{Q_2}$ e $\overset{(1)}{Q_3}$ somministratici dalle (11) del Capitolo III, Parte I, e col mezzo delle due precedenti segnate (3) e (5), non che della (3) del Capitolo IV, Parte I, prendono pure la forma

$$y'' = y_1 + \frac{l_0}{\Delta_0}(y_1 - y_0) \quad , \quad z'' = z_1 + \frac{l_0}{\Delta_0}(z_1 - z_0),$$

che ci palesa essere

$$y'' = y' \quad , \quad z'' = z' \; ;$$

e quindi, che i due punti determinati appartengono ad una retta parallela all'asse delle x, ossia all'asse centrale.

Nelle *figure* 1.ª e 2.ª le rette punteggiate $m_0 m_1$ ed $n_0 n_1$ marcano rispettivamente le parallele su cui stanno le intersezioni dei raggi $R\mu\mu_1 E$, $R\nu\nu_1 E$, laterali all'asse del pennello $RiCeE$.

Ai due detti piani $p_0 k_0 p_0$, $p_1 k_1 p_1$, condotti perpendicolarmente all'asse centrale, pei due centri coniugati principali k_0, k_1, che sono rispettivamente intersecati da un raggio qualunque del pennello luminoso in punti egualmente situati su di essi, daremo il nome di ***piani coniugati principali***, o semplimente di ***piani coniugati***.

4.

Determinazione della lunghezza focale di una lente fittizia, da sostituirsi alla reale, mediante la quale si riduce più semplice il calcolo degli effetti d'uno stromento ottico.

Se s'immagina che spariscano tutte le parti della *figura* 1.ª o 2.ª spettanti alla forma della lente, e che i due piani coniugati $p_0 k_0 p_0$, $p_1 k_1 p_1$ dopo essere riuniti col piano eCe condotto pel centro ottico, perpendicolarmente all'asse centrale, passino assieme alla distanza del punto raggiante R a cui sta il piano $p_0 k_0 p_0$ nel caso reale, e si suppone inoltre che, nel luogo ove è venuto a collocarsi il piano $p_0 C p_0$, esista una lente di grossezza trascurabile, dotata d'una lunghezza focale ϕ, che soddisfaccia all'equazione

$$(7) \qquad \frac{1}{v_1(\Delta_1 + l_1)} = \frac{1}{v_1 \phi} - \frac{1}{v_0(\Delta_0 + l_0)} \, .$$

simile a quella segnata (7)'' nell'articolo 2 del Capitolo II, Parte II, che vale rigorosamente per una lente infinitamente sotti-

le (1), è chiaro, che in tale ipotesi l'asse del pennello luminoso entrerà ed uscirà da questa lente percorrendo una linea retta, se la lente è immersa in uno stesso mezzo omogeneo, ovvero spezzata secondo la legge data dall' equazione (1), se il mezzo anteriore e quello posteriore alla lente sono differentemente rifrangenti, e che tanto le direzioni di tutti i raggi del pennello luminoso, quanto le posizioni dei punti in cui essi intersecano i piani coniugati rimarranno eguali come nel caso della lente reale; solo la distanza reciproca dei due fuochi coniugati R ed E sarà diminuita dell'intervallo $k_0 k_1$. Da ciò ne segue, che se, col mezzo delle formole (7)' ed (8)" date nel luogo sopra citato, calcoleremo la distanza coniugata $\Delta_1 + l_1$, e le coordinate del fuoco coniugato corrispondenti alla lente fittizia, impiegando in quelle la distanza focale φ in luogo di F, e la distanza coniugata $\Delta_0 + l_0$ del punto raggiante in luogo di Δ_0, indi partendo dal secondo piano coniugato applicheremo all'asse centrale un'ascissa eguale al valore calcolato di $\Delta_1 + l_1$, ed all'estremità di quest'ascissa due coordinate eguali agli ottenuti valori di y e z, avremo segnato la posizione del fuoco coniugato spettante alla lente reale. Per eseguire questo calcolo non ci rimarrà altro a conoscere se non se il valore della lunghezza focale φ da cui la precedente equazione (7) sia soddisfatta.

Al fine di procacciarci questo valore, assumiamo l'equazione (5) Capitolo I, Parte II, in cui siasi fatto $n = 2$, e siansi poste per le Q le loro espressioni segnate (11) nel Capitolo III, Parte I; e, per introdurre le distanze focali coniugate $\Delta_0 + l_0$, e $\Delta_1 + l_1$, scriviamo in essa $\Delta_0 + l_0 - l_0$ in luogo di Δ, e $\Delta_1 + l_1 - l_1$ in luogo di Δ, la citata equazione ci darà

$$\Delta_1 + l_1 = -\frac{1}{v_2}\,\frac{v_0(\Delta_0 + l_0)\,P_2^{(1)} + P_2^{(2)} - v_0 l_0 P_2^{(1)}}{v_0(\Delta_0 + l_0)\,P_3^{(1)} + P_3^{(2)} - v_0 l_0 P_3^{(1)}} + l_1\,,$$

(1) L'equazione citata suppone che la lente sia immersa in uno stesso mezzo, per cui si abbia $v_2 = v_0$: se la lente separasse due mezzi differenti è facile di vedere che prenderebbe la forma

$$\frac{1}{v_2\,\Delta_1} = \frac{1}{v_2\,F} - \frac{1}{v_0\,\Delta_0}$$

e riducendo il secondo membro alla stessa denominazione, ed osservando che, colla sostituzione dei respettivi valori di l_0 ed l_1 daticì dalle (3) e (5), e colle riduzioni somministrateci dalla (3) del Capitolo IV, Parte I, la quantità

$$v_2\, l_1\, P_3^{(2)} - P_2^{(2)} - v_0 l_0 (v_2 l_1 P_3^{(1)} - P_2^{(1)})$$

risulta identicamente nulla, si troverà

$$\Delta_1 + l_1 = - \frac{v_0\,(P_2^{(1)} - v_2 l_1 P_3^{(1)})\,(\Delta_0 + l_0)}{v_2 v_0 (\Delta_0 + l_0) P_3^{(1)} + v_2\,(P_3^{(2)} - v_0 l_0\, P_3^{(1)})},$$

ovvero rovesciando un membro e l'altro

$$(8) \qquad \frac{1}{\Delta_1 + l_1} = - \frac{v_2 P_3^{(1)}}{P_2^{(1)} - v_2 l_1 P_3^{(1)}} - \frac{v_2}{v_0}\, \frac{P_3^{(2)} - v_0 l_0 P_3^{(1)}}{P_2^{(1)} - v_2 l_1 P_3^{(1)}}\, \frac{1}{\Delta_0 + l_0}\,.$$

Ora si può osservare che le quantità $P_2^{(1)} - v_2 l_1 P_3^{(1)}$ e $P_3^{(2)} - v_0 l_0\, P_3^{(1)}$ sono suscettibili d'essere trasformate in due modi. Primieramente mettendo per l_0 ed l_1 i loro valori, e secondariamente facendo uso delle espressioni delle lunghezze focali

$$F_2^{(1)} = - \frac{P_2^{(1)}}{v_2\, P_3^{(1)}}\,, \qquad F_1^{(2)} = - \frac{P_3^{(2)}}{v_0\, P_3^{(1)}}\,,$$

risultanti dalle prime due formole segnate (25) nel Capitolo III, Parte II.

Per mezzo della duplice sostituzione ora accennata si trova

$$P_2^{(1)} - v_2\, l_1\, P_3^{(1)} = 1 = - v_2\, P_3^{(1)}\, (F_2^{(1)} + l_1)\,,$$

$$P_3^{(2)} - v_0\, l_0\, P_3^{(1)} = 1 = - v_0\, P_3^{(1)}\, (F_1^{(2)} + l_0)\,,$$

donde ricavasi

$$(9) \qquad v_2(F_2^{(1)} + l_1) = v_0(F_1^{(1)} + l_0) = -\frac{1}{P_2^{(1)}}.$$

La precedente equazione (8) diverrà quindi coll'uso di questi valori

$$(10) \qquad \frac{1}{v_2(\Delta_1 + l_1)} P = -P_2^{(1)} - \frac{1}{v_0(\Delta_0 + l_0)}.$$

la quale confrontata colla supposta precedentemente, segnata (7), ci mostra che la dimandata lunghezza focale ϕ, è data da

$$(11) \qquad \phi = -\frac{1}{v_2 P_2^{(1)}}$$

è perciò, che, in virtù delle (9), l'equazione (10) si può anche mettere sotto una delle due forme

$$(12) \qquad \frac{1}{v_2(\Delta_1+l_1)} + \frac{1}{v_0(\Delta_0+l_0)} = \frac{1}{v_2(F_2^{(1)}+l_1)} = \frac{1}{v_0(F_1^{(1)}+l_0)}.$$

Nel dedurre l'esistenza e le proprietà dei centri coniugati principali, dei piani coniugati e della lunghezza focale della lente fittizia, non abbiamo preso in considerazione che una sola lente, perchè ciò basta al nostro oggetto. Non ometteremo però di osservare che le stesse proprietà si estendono ad un sistema qualunque di lenti. Infatti; se invece di dare all'indice n delle P il valore 2 che abbiamo usato, si fosse conservato quest'indice generale, è facile di riconoscere, che tutte le formole precedentemente trovate, e quelle che hanno servito alle loro riduzioni sussisterebbero ancora, e condurrebbero a dimostrarci altrettante proprietà simili spettanti ad un sistema composto di un numero qualunque di lenti. Vedasi anche l'articolo 1 del Capitolo III, Parte II.

5.

Calcolo degli effetti d'uno stromento ottico impiegando le distanze dei centri coniugati principali, e le relative lunghezze focali delle lenti fittizie.

Il vantaggio che porge la considerazione dei centri coniugati principali, e della lunghezza focale della lente fittizia consiste principalmente nel fornirci il mezzo di tener conto della grossezza delle lenti nel calcolo del corso di un raggio luminoso qualunque in un istrumento ottico, calcolando prima il corso dello stesso raggio come se le dette grossezze fossero trascurabili, e poi surrogando alle lunghezze focali delle lenti ed alle loro distanze reciproche quelle che competono alle lenti fittizie date ne' precedenti articoli. Per tal modo si viene ad abbassare, come abbiamo visto nell'articolo 6 del Capitolo II, Parte II, della metà l'indice delle funzioni P, il cui numero di termini va elevandosi così rapidamente col crescere del loro indice da renderne presto il calcolo impraticabile, e vi si sostituisce un processo comparativamente molto più semplice.

Per vedere come ciò succeda, noteremo primieramente che basta gettar l'occhio sulla parte inferiore della *Tav.* 1. *fig.* 3ª, nella quale si suppone che il secondo piano coniugato di ciascuna lente dello stromento, movendosi parallelamente a sè stesso, sia andato a compenetrarsi col primo, e confrontare questa parte inferiore della figura colla superiore in cui il sistema è rappresentato colle sue lenti, per iscorgere che le direzioni, nelle quali si piega successivamente un raggio qualunque d'un pennello luminoso, ed i punti in cui questo raggio interseca i piani coniugati riuniti per coppie, saranno i medesimi di quando esistono le lenti di grossezze finite. Se quindi, impiegando i dati appartenenti alle lenti fittizie, determineremo colle formole (5) e (6) del Capitolo II, Parte II, il valore delle coordinate y,z del fuoco coniugato dell'intero sistema, questi valori coincideranno con quelli che si otterrebbero dalle stesse equazioni per le coordinate del fuoco del sistema reale, colla sola eccezione che quelle

del primo caso vanno applicate ad un punto alla distanza $\Delta + l$, preso partendo dal piano coniugato posteriore dell'ultima lente.

Per eseguire il calcolo delle coordinate del fuoco coniugato nel sistema delle lenti fittizie, per mezzo delle citate equazioni (5) e (6), bisogna conoscere quali valori debbano sostituirsi in luogo delle coordinate Δ_0, y_0, z_0 del punto radiante, ed in luogo degli elementi p_1, p_2, p_3 ec., componenti le funzioni Q, al quale oggetto serviranno le seguenti rimarche.

1°. Le coordinate y_0 e z_0 rimangono eguali a quella del sistema reale, la sola distanza Δ_0 deve essere cambiata in $\Delta_0 + l_0$ pel sistema fittizio.

2°. Le p con indice pari, multiplo dispari di 2, contenute nella serie

$$(13) \qquad p_2, p_6, p_{10} \ldots\ldots p_{2n-2},$$

essendo, giusta le formole $(6)_1$ del Capitolo III, Parte I, proporzionali alle grossezze delle lenti, che sono nulle nel caso delle lenti fittizie, le dette p saranno pure tutte nulle.

3°. Le p con un indice multiplo di 4 sono date, giusta le citate formole, dal prodotto della velocità della luce nel mezzo che separa due lenti successive moltiplicata per la loro distanza reciproca. Se indichiamo con $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3 \ldots \Delta_{n-2}$ le distanze dei fuochi coniugati principali dai centri di figura delle rispettive superficie delle lenti nel sistema reale, e con $l_1, l_2, l_3 \ldots l_{n-2}$ quelle dei corrispondenti piani coniugati, le prime essendo prese verso l'esterno della rispettiva superficie della lente quando i loro valori sono positivi, e verso l'interno quando sono negativi, e le seconde viceversa; è facile di vedere, che le distanze reciproche dei detti piani saranno date da

$$\Delta_1 + l_1 + \Delta_2 + l_2 \,,\; \Delta_3 + l_3 + \Delta_4 + l_4 + \ldots\ldots \Delta_{n-3} + l_{n-3} + \Delta_{n-2} + l_{n-2}:$$

ma nel caso reale si ha

$$\Delta_1 + \Delta_2 = h_2 \,,\; \Delta_3 + \Delta_4 = h_4 \ldots\ldots \Delta_{n-3} + \Delta_{n-2} = h_{n-2} \,,$$

quindi introducendo questi valori, quelli delle p con indici mul-

SULL'AZIONE FISIOLOGICA DELLA CORRENTE ELETTRICA; CONSIDERAZIONI ED ESPERIENZE DI C. MATTEUCCI.

In questi ultimi tempi sono state pubblicate in Francia alcune Memorie sopra questo argomento. Noi vogliamo render conto dei resultati descritti in queste Memorie, dopo averne fatto soggetto di nuove ricerche sperimentali.

Merita principalmente di essere considerato il lavoro di J. Regnauld, il quale ha usato per eccitare i nervi della rana una corrente debolissima, ottenuta per mezzo di una pila termo-elettrica e graduata col far variare il numero degli elementi; la corrente era trasmessa per il nervo sciatico e crurale della rana galvanoscopica. L'Autore usa per elettrodi applicati sul nervo due fili di zinco bagnati di una debole soluzione di solfato di zinco. Questa precauzione è, secondo lui, diretta ad evitare l'effetto delle polarità secondarie che si sviluppano sopra i fili di platino. Usando correnti debolissime, quest'effetto si rende sensibile, come si può facilmente dimostrare coll'esperienza seguente. Si prenda una rana preparata nel modo da noi usato, cioè, divisa a metà, sicchè le due membra rimangano riunite fra loro solamente dai plessi lombari aderenti ad un pezzo di spina. La rana è disposta in modo che uno degli elettrodi di platino tocca un nervo e l'altro elettrode l'altro nervo. Facendo passare una corrente molto debole da un elettrode all'altro, si ottiene, come ben si sà, la contrazione nel solo membro percorso dalla corrente diretta, mentre all'aprire si contrae solamente l'altro membro. Se quando questo è accaduto, senza più usar corrente, si fanno comunicare assieme i due elettrodi di platino, si ottiene ancora una contrazione che è nel solo membro che si era prima contratto all'aprire: questo avviene perchè il nervo di questo membro è percorso allora dalla corrente diretta, che è quella dovuta alle polarità secondarie, la quale circola in senso opposto alla corrente primitiva. Osserviamo però che le polarità secondarie non possono che indebolire gli effetti della corrente primitiva e che questo indebolimento è tanto meno attendibile quanto più la corrente primitiva è intensa. Ciò non

toglie che in ricerche delicate non si debbano evitare le polarità secondarie e questo si fa o usando fili di zinco amalgamati e bagnati colla soluzione di solfato di zinco o colla precauzione, fatta una esperienza, di cambiare i punti di contatto fra il nervo e gli elettrodi di platino o infine toccando prima insieme i due elettrodi.

Il risultato principale a cui il sig. Regnauld è giunto, operando con una corrente debolissima e graduata, è il seguente. La contrazione eccitata in un muscolo dall'introduzione della corrente diretta nel nervo di quel muscolo, è il fenomeno elettro-fisiologico primo ed unico, perchè si ottiene colla corrente elettrica la più debole possibile e col nervo dotato della maggiore eccitabilità. Crescendo la corrente, il secondo fenomeno che insorge, è la contrazione allorchè cessa di passare la corrente inversa.

Regnauld osserva che se si accresce il numero delle coppie si ottengono i fenomeni descritti dal Nobili e dagli altri Fisici che si sono occupati di elettro-fisiologia e che consistono nell'aver da principio la contrazione tanto al chiudere quanto all'aprire del circuito, qualunque sia la direzione della corrente e nel limitarsi poi le contrazioni al chiudere colla corrente diretta e all'aprire coll'inversa, quando l'eccitabilità del nervo è diminuita. Ammettendo questi risultati non s'intende come Regnauld aggiunga che essi non hanno significato fisiologico. Per provare l'inesattezza di questo giudicio basterebbe di ricordare che si possono ottenere sopra lo stesso nervo misto di una rana, ora la sola contrazione al chiudere colla corrente diretta se questa corrente è debolissima, ora la contrazione tanto all'aprire quanto al chiudere, indipendentemente dal senso della corrente, purchè essa abbia una sufficiente intensità e ciò alternativamente sullo stesso nervo. Quanto al fatto generale a cui è giunto Regnauld, è giusto di dire che fin dai primi tempi in cui nacque la elettro-fisiologia, Volta aveva trovato colla scarica della bottiglia, che usando la scarica più debole possibile, la contrazione non accadeva che nel membro della rana percorso dalla scarica diretta.

Nella mia quarta Memoria di Elettro-fisiologia pubblicata nelle *Phil. Trans.* del 1846, ho mostrato che il risultato ottenu-

te dal Volta si verifica agendo sul nervo solo. A questo fine la rana è divisa a metà nel modo già descritto e messa a cavalcione sullo scaricatore universale facendo toccare le estremità metalliche coi nervi sciatici: si vedrà allora, facendo passare le scariche successive di una piccolissima bottiglia attraverso ai nervi, prima contrarsi ambidue i membri e poi non contrarsi più che la sola gamba di cui il nervo è percorso dalla scarica diretta.

Nella stessa Memoria ho pure lungamente studiato con un dinamometro gli effetti della corrente voltaica sui nervi secondo la sua direzione ed ho stabilito con misure esatte che la contrazione è sempre più forte quando è eccitata dal passaggio della corrente diretta.

Dunque il risultato a cui è giunto Regnauld non è nuovo ed è solamente la conferma di un resultato già noto, ottenuto con un metodo delicato ed ingegnoso.

Anche nelle Lezioni sul sistema nervoso di Bernard si tratta con una certa estensione di Elettro-fisiologia: noi non vogliamo occuparci a rilevare tutte le imperfezioni che contiene questa parte del libro del celebre Fisiologo francese, perchè esse dipendono in gran parte da difetto di compilazione e perchè facilmente sono evidenti per chiunque ha qualche lieve cognizione del soggetto. Ci limiteremo solamente ad esaminare un fatto nuovo riferito da Bernard e che è facile di verificare. In vece di agire colla corrente elettrica sopra i nervi crurali della rana separati dalla midolla spinale, Bernard opera sopra la rana viva e sui nervi intatti.

Per ripetere facilmente queste esperienze conviene preparare la rana viva nel modo che io soglio fare, cioè, di lasciare le due membra inferiori della rana riunite colla parte superiore del corpo solamente per mezzo dei plessi lombari. Con questa preparazione se si fa toccare uno dei nervi con un elettrode e l'altro nervo coll'altro elettrode, si ha nel tempo stesso uno dei nervi percorso dalla corrente diretta e l'altro dalla corrente inversa.

Per avere la corrente debole e graduata, in vece della pila termo-elettrica di Regnauld si può usare una piccola coppia di Wheatstone o di Daniell introducendo nel circuito una specie di

reostata formato con un cordone di lino o di canapa imbevuto d'acqua e di cui si fa variare la lunghezza.

Operando sui nervi intatti e sull'animale vivo e con correnti deboli e graduate si trova, come lo ha visto Bernard per il primo, che le fibre motrici sono più facilmente eccitate al principio della corrente inversa di quello che al cessare di questa corrente. In tal guisa, cominciando colla corrente la più debole sui nervi intatti, apparisce da primo la contrazione al principio della corrente diretta, poi, crescendo gradatamente la corrente, invece di avere la contrazione al cessare della corrente inversa come si ha subito sui nervi separati dalla spina, si ottiene nel caso dei nervi intatti, prima la contrazione al chiudere della corrente inversa e poi con una corrente un poco più forte la contrazione all'aprire di quella stessa corrente.

Avanti di passare alla spiegazione che nello stato attuale delle nostre cognizioni d'elettro-fisiologia si può dare di questa differenza presentata dai nervi nello stato d'integrità, aggiungeremo alcune particolarità importanti riscontrate ripetendo l'esperienza di Bernard.

Noteremo prima di tutto che la contrazione ottenuta al chiudere della corrente inversa sul nervo intatto, è indipendente dall'essere sì o no, mantenuta una comunicazione qualunque fra il membro inferiore e il corpo della rana. Questa circostanza è rimarcata, perchè i sigg. Rousseau e Martin-Magron hanno creduto spiegare alcuni fenomeni elettro-fisiologici ricorrendo alle correnti derivate. Immaginiamo perciò una rana intatta di cui il nervo ischiatico è messo allo scoperto ed è tenuto sollevato dal muscolo sottoposto per mezzo di un gancio di vetro o di un filo di seta. S'intende, anche senza figure, che quando i due elettrodi di una pila sono applicati su due punti di questo nervo, può accadere che una porzione della corrente circoli dall'una parte e dall'altra degli elettrodi al di fuori e per il muscolo sottoposto. In questo modo, mentre la corrente fra i due elettrodi ha una certa direzione, nelle parti laterali del nervo viene ad avere una direzione relativamente opposta. Gli Autori citati, partendo dal noto principio che l'eccitabilità del nervo, cioè la sua proprietà quando è stimolato di svegliar la contrazione, si ritira sempre nell'illanguidirsi verso le estremità periferiche,

vorrebbero spiegare colle correnti derivate alcuni effetti elettro-fisiologici. Il caso più naturale di quest'applicazione è appunto quello della corrente inversa, nel quale la supposta corrente derivata diviene diretta nel tratto del nervo più vicino al muscolo, cioè nella porzione più eccitabile. Con questi principii teoricamente ammissibili si poteva spiegare il fatto trovato sul nervo intatto, cioè la contrazione al chiudere colla corrente inversa che secondo i principii stessi, sarebbe in realtà dovuto alla corrente derivata diretta. È però facile di provare che questa non è l'origine di quel fenomeno. Ed in fatti noi affermiamo che si ha la contrazione al chiudere colla corrente inversa sul nervo intatto, anche dopo aver tagliati i muscoli della coscia e separate ed isolate perfettamente fra loro la parte superiore ed inferiore della rana, in maniera che il solo nervo stabilisca la comunicazione fra loro. Si prova anche la stessa verità facendo vedere che tagliata la spina e distrutto il midollo spinale, lasciando intatti i muscoli della coscia, non si hanno più i fenomeni dei nervi intatti, ma quelli dei nervi separati, cioè la contrazione al chiudere colla corrente diretta e la contrazione all'aprire colla corrente inversa e non più la contrazione al chiudere colla corrente inversa di una data intensità.

L'osservazione di Rousseau e di Martin Magron non si verifica che in condizioni speciali: bisogna prendere la rana galvanoscopica, cioè la sola gamba a cui è unito un lungo filamento nervoso e applicare gli elettrodi della pila ad una grande distanza fra loro. In questo modo, se l'estremità libera del nervo è sostenuta con un filo di seta, non si avrà la contrazione al chiudere colla corrente inversa, mentre si ottiene all'aprire. Se però si fa cadere l' estremità del nervo sopra un corpo conduttore qualunque in comunicazione colla gamba, allora insorge la contrazione al chiudere colla corrente inversa, la quale non può attribuirsi che alla porzione derivata, la quale agisce come diretta sulla parte del nervo più prossima al muscolo e quindi più eccitabile del resto.

Noteremo ancora che il modo di operare dei due nominati Fisiologi non conduce sempre al risultato da essi preveduto. Essi fanno terminare uno degli elettrodi a forca e mettono l' altro elettrode in mezzo: in tal guisa, partendo dall'elettrode inter-

medio la corrente percorre le due porzioni laterali del nervo in direzioni opposte. Secondo quegli Autori dovrebbe sempre verificarsi il solo effetto fisiologico dipendente da quella porzione della corrente che percorre la porzione del nervo che è più prossima alla gamba. Ma questa conseguenza non è generale. Supponiamo di prendere il nervo già stanco o una corrente così debole da non esservi contrazione colla corrente inversa al chiudere. Allora se l'elettrode a forca è il positivo e l'elettrode negativo è in mezzo, si ha la contrazione quando si chiude il circuito e non quando si apre, nel qual caso la contrazione è dovuta alla corrente diretta che percorre la parte del nervo più lontana dal muscolo e ciò per la proprietà conosciuta nella corrente diretta.

Tornando sul fatto scoperto dal Bernard, che cioè sul nervo intatto si ha la contrazione al chiudere colla corrente inversa con una corrente tanto debole da non produrre la contrazione all'aprire con questa stessa corrente, dobbiamo aggiungere due osservazioni che hanno qualche interesse. La prima è, che se si continua ad agire sul nervo intatto colla corrente inversa tanto debole da avere la contrazione solamente al chiudere, dopo un certo numero di passaggi, si vede insorgere e crescere sempre più la contrazione all'aprire colla stessa corrente. Nel fare queste esperienze bisogna usare gli elettrodi di zinco ed evitare le polarità secondarie.

La seconda osservazione è relativa al modo con cui procede il fatto di Bernard secondo i diversi punti del nervo. Si prenda una rana intera e su di essa si scuopra un lungo tratto di nervo, cioè i plessi lombari e il nervo sciatico: per agevolare l'esperienza si tolgano i visceri e la pelle alla rana. Per mezzo di un gancio di vetro fissato ad un'estremità di un filo di seta si sostiene il nervo sollevato dai muscoli sottoposti. Il risultato che descriveremo si verificherà ugualmente, sia conservando questi muscoli, sia tagliandoli sotto il nervo in modo che la parte superiore della rana resti perfettamente isolata dalla parte inferiore. Si vedrà da principio che facendo passare una corrente debolissima inversa sui diversi punti del nervo, mantenendo gli elettrodi ad una distanza costante, si ottiene in tutti i punti lo stesso fenomeno, cioè, la sola contrazione al

chiudere. Continuando ad agire colla corrente nella parte superiore o verso la spina insorge e persiste poi la contrazione all'aprire e manca la contrazione al chiudere: intanto nel tratto inferiore o più prossimo al muscolo persiste più lungamente la sola contrazione al chiudere colla corrente inversa e non è che dopo un tempo comparativamente molto lungo che in tutti i punti del nerve si ottiene ugualmente la sola contrazione all'aprire.

Prima di dar termine a questa rivista degli studii fisiologici fatti recentemente in Francia, ci proveremo d'interpretare colle cognizioni che oggi possediamo il fatto di Bernard. A questo proposito dobbiamo ricordare la legge della variazione di eccitabilità del nervo secondo la direzione della corrente eccitante, riferendo le conclusioni stesse a cui siamo giunti nella nostra Memoria già citata (1). La corrente diretta diminuisce e distrugge l'eccitabilità dei nervi misti e motori, mentre la corrente inversa mantiene e accresce dentro certi limiti questa eccitabilità: queste variazioni di eccitabilità richiedono una corrente tanto più intensa o un passaggio tanto più prolungato della corrente, quanto più è grande la vitalità del nervo: cessata la corrente, quelle variazioni cessano o tendono ad estinguersi tanto più prontamente quanto più è grande la vitalità del nervo. Si sà che la differenza nell'effetto prodotto dalla corrente secondo la sua direzione si può facilmente mostrare anche usando gli stimoli ordinarii, come sono la potassa, il calore, o le azioni meccaniche. Basta di preparare una rana, come già si è detto, lasciando le due membra inferiori unite solamente per i loro nervi aderenti ad un pezzo di spina. Facendo passare una corrente per un certo tempo da una gamba all'altra vi è un nervo percorso dalla corrente diretta e l'altro nervo percorso della corrente inversa. Dopo aver lasciato chiuso il circuito per 15 o 20 minuti si toglie la rana dall'esperienza e agendo cogli stimoli suddetti sui due nervi, si vedranno contrazioni forti nella gamba di cui il nervo fu percorso dalla corrente inversa, mentre mancheranno le contrazioni nell'altra gamba.

Nell'esperienza di Bernard il nervo conserva certamente

(1) *Phil. Trans.* parte IV, 1856.

maggiore eccitabilità di quella che rimane allo stesso nervo dopo essere stato tagliato e separato dai centri nervosi. Siccome la variazione dell'eccitabilità del nervo sotto il passaggio della corrente dipende dal grado di vitalità del nervo stesso, s'intende che finchè questa vitalità è grande si ha colla corrente più debole, prima la sola contrazione al chiudere colla corrente diretta e poi con una corrente un poco più forte la contrazione al chiudere colla corrente inversa: diminuita l'eccitabilità e tagliato il nervo, deve cessare la contrazione al chiudere colla corrente inversa e insorgere la contrazione all'aprire con questa corrente, come in fatti avviene, e ciò per l'aumento di eccitabilità che si sveglia sotto quel passaggio e che persiste maggiormente nel nervo tagliato.

Termineremo sottomettendo a nuovo esame i risultati a cui ero giunto con Longet, applicando la corrente elettrica sulle radici anteriori o di movimento. Si sa che noi avevamo trovato che i fenomeni elettro-fisiologici delle radici di movimento erano opposti ai fenomeni ottenuti sui nervi misti. In Germania, Schiff ed altri Fisiologi hanno ripetute e verificate le nostre esperienze. Rousseau e Martin Magron le hanno pure verificate operando nelle stesse condizioni, ma affermano che quegli effetti dipendono dalle correnti derivate, secondo i principii che ho esposto e che, se queste correnti si evitano, si hanno i fenomeni elettro-fisiologici generali dei nervi misti, cioè, contrazione al chiudere colla corrente diretta e all'aprire coll'inversa.

Prima di discutere questo soggetto, voglio ricordare che vi sono alcuni casi sin qui molto oscuri, ma pure ben determinati, nei quali anche i nervi misti, come lo sciatico, presentano i fenomeni da noi trovati sui nervi di movimento. Così, sul coniglio o sul cane resi insensibili coll'inspirazione dell'etere solforico, si trova che il passaggio della corrente sul nervo sciatico produce contrazione alla fine se la corrente è diretta, e quando comincia se è inversa. Anche sottomettendo quel nervo sopra gli animali vivi a un certo numero di passaggi della corrente interrotta o della macchina di Clark si trovano poi, e persistono per un certo tempo, effetti elettro-fisiologici opposti a quelli che si hanno sul nervo stesso lasciato allo stato

naturale o separato dalla spina. Finalmente, operando sopra il nervo crurale e sciatico del coniglio vivo si incontra che nella porzione inferiore e prossima alla gamba, la corrente agisce come su quel nervo tagliato, cioè, svegliando contrazioni quando entra se è diretta, e quando cessa se è inversa, mentre nelle parti superiori i fenomeni sono opposti per un certo tempo.

Terminerò dicendo che ho ripreso a studiare l'azione della corrente sulle radici anteriori e devo confessare che tutte le volte che queste radici erano tagliate e ben isolate dalle parti sottoposte, si ottenevano gli stessi effetti che dai nervi misti; mentre mancando l'isolamento insorgevano i fenomeni riscontrati da me e da Longet.



SULLA PREPARAZIONE DEL FERRO PURO (FERRO RIDOTTO DALL'IDROGENO) E SUL MODO DI PRESERVARLO DALL'OSSIDAZIONE; OSSERVAZIONI DI S. DE LUCA,

Il ferro puro estremamente diviso, conosciuto sotto il nome di ferro ridotto, e che dovrebbesi preparare con ogni cura da'farmacisti, è usitatissimo in medicina, e per tal motivo trovasi ora vendibile tra' prodotti commerciali senza la minima garantia relativamente alla sua purezza.

Il ferro ridotto che preparasi industrialmente è sempre impuro, per la semplice ragione che in una preparazione in grande, la purificazione de' reattivi e de' prodotti non può spingersi tropp' oltre; vi è un limite ove è necessario arrestarsi, ma nel quale non si trova la purezza che dovrebbe sempre rinvenirsi nelle sostanze da somministrarsi all' uomo. Aggiungasi a ciò che il ferro ridotto del commercio trovasi spesso mischiato alla limatura di ferro finamente polverizzata, e qualche volta è costituito dal semplice ferro ordinario preparato in polvere finissima con un sistema di lime.

È facile però scoprire tali falsificazioni trattando il ferro

sospetto con un acido allungato e puro: se la soluzione rimane limpida e trasparente, il ferro saggiato può considerarsi come puro; se la soluzione s'intorbida e deposita col riposo delle sostanze nerastre, si può essere sicuro che il ferro in questione è ferro ordinario, ovvero risulta da un miscuglio di quest'ultimo e di ferro puro.

Per ottenere il ferro puro è necessario prima di tutto preparare dell'ossido di ferro che offra tutte le garantie di purezza. Se quest'ossido si ottiene dalla decomposizione del solfato di ferro, è quasi impossibile di poterlo sbarazzare completamente da una porzione di solfato ch'esso ritiene con forza e che i moltiplicati lavaggi non eliminano. L'ossido però ottenuto decomponendo il cloruro di ferro per mezzo dell'ammoniaca, si lava facilmente ed il cloridrato di ammoniaca che si forma in tale reazione è asportato non solo dall'acqua ma anche dal calore.

Ma non basta aver dell'ossido puro per ottenere del ferro esente da impurità; è necessario che l'idrogeno, il quale deve trovarsi in gran quantità in contatto dell'ossido per ridurlo, sia di una purezza direi assoluta, e sbarazzato completamente de' composti solforosi, arsenicali, fosforati, e de' carburi d'idrogeno ch'esso ordinariamente contiene comunque in piccola quantità. Tutti coloro che hanno pratica di laboratorie e di manipolazioni chimiche sanno perfettamente le difficoltà che s'incontrano nella purificazione di un gas: il contatto delle sostanze gassose co' reattivi è limitatissimo, specialmente se questi sono in soluzione; spesso è necessario un'agitazione prolungata per un completo assorbimento, e qui basti ricordare che per fare assorbire all'acido solforico concentrato il gas olefico occorrono circa 3000 agitazioni.

L'idrogeno poi per la sua leggerezza, e pe' materiali che s'impiegano ad ottenerlo, (acqua, acido, solforico e ferro, ovvero acqua, acido solforico e zinco), dev'essere molto impuro, e quindi maggiori debbono essere le difficoltà che s'incontrano nel purificarlo. In grande si può ritenere come impossibile la purificazione dell'idrogeno; ma in piccolo essa non è che probabile, e non si arriva a risultati soddisfacenti che a forza di molte cure e di svariate precauzioni. In generale, per purificare l'i-

drogeno, bisogna lavarlo in abbondante acqua, la quale ritiene gli acidi asportati dal gas, poi farlo passare nell'acido solforico concentrato che ritiene l' umidità, e in una soluzione di potassa che fissa gli acidi volatili. L'idrogeno per un tal trattamento, si trova in parte sbarazzato delle sue impurità ordinarie, ma è uopo cercare di completare la sua purificazione facendolo passare a traverso di sostanze porose impregnate da soluzioni concentrate di reattivi energici, quali sono il solfato di argento, il solfato di rame, il nitrato di piombo, la potassa caustica, l'acido solforico concentrato. La pomice trattata cogli acidi, lavata e calcinata, impiegasi come sostanza porosa, la quale impregnata de' reattivi indicati s' introduce in lunghi tubi di vetro. Taluni di questi contengono del cotone ed altri del cloruro di calcio fuso. È importante di situare questi tubi verticalmente o leggermente inclinati e fare arrivare l'idrogeno dalla parte superiore di essi, per modo ch'essendo esso leggerissimo, traversi tutto lo strato del corpo poroso progressivamente da sopra in sotto e sia obbligato di trovarsi in contatto coi reattivi in un grande sviluppo di superficie.

I tubi di gomma elastica vulcanizzati, come si trovano in commercio, contengono un eccesso di solfo il quale si separa facilmente con mezzi meccanici e può essere trasportato da una corrente gassosa. Questi tubi servono a congiungere insieme le diverse parti di un apparecchio, e, nel nostro caso, essi possono benissimo fornire al ferro il solfo che l'idrogeno trasporta. È indispensabile nelle operazioni delicate servirsi di tubi di gomma elastica vulcanizzati, dopo averli sottoposti ad un trattamento colla potassa caustica allungata ed a caldo, poichè operando in tal modo il solfo libero è ritenuto dalla potassa.

Da ciò che precede rilevasi che la preparazione e purificazione dell'ossido di ferro, come pure la purificazione dell'idrogeno, costituiscono le due principali ed importanti operazioni, necessarie ed indispensabili per ottenere del ferro puro estremamente diviso e quale lo dimanda la medicina.

Per preservare il ferro dall'ossidazione lo si può introdurre in ampolline di vetro che si chiudono alla lampada, ma è necessario ch'esse sieno ben secche e che quest'operazione si faccia in un'atmosfera d' idrogeno priva d'umidità. L'introdu-

zione del ferro nelle ampolline si realizza per mezzo di piccole misure di vetro di capacità nota e determinata: quali misure debbono d'ordinario contenere esattamente il peso di ½ 1 2 3 4 5 6 grani di ferro. L'uso di pesare una certa quantità di ferro ridotto, e poi di suddividerlo in parti piccole sopra pezzetti di carta, è riprovevole; non solo perchè s'impiega molto tempo in tale operazione, ma anche per la ragione che il ferro può trovarsi, pel suo contatto prolungato coll'umidità, coll'aria e con la materia organica umida della carta, in condizioni favorevoli per ossidarsi.

In una quistione tanto delicata qual'è quella della preparazione del ferro puro, farò menzione del ferro preparato da Giuseppe Favilli farmacista in Ponte a Serchio presso Pisa, giovine coscienzioso ed intelligente, il quale con una modestia che l'onora, ha messo in atto tutte le indicazioni che gli sono state suggerite nello scopo di migliorare il processo per ottenere il ferro puro quale lo richiede la scienza e la medicina.

Si fa reagire sul fil di ferro un eccesso di acido cloridrico puro ed allungato, il liquido si fa bollire nello scopo di sbarazzarlo di qualche traccia d'idrogeno solforato; si filtra la soluzione ottenuta, la si precipita con ammoniaca pura (1), ed il precipitato, lavato ripetutamente per decantazione coll'acqua distillata, si raccoglie sopra un filtro e lo si lava ancora; poi lo si espone ad un mite calore agitandolo continuamente. In questo modo l'ossido di ferro attira rapidissimamente l'ossigeno dell'aria ed a misura che si dissecca passa alternativamente dal bianco al verde poi all'azzurro verdastro indi al nero ed infine al rosso scuro. Allora elevasi alquanto la temperatura non solo per eliminare tutta l'acqua, ma pure per scacciare tutto il clorure di am-

(1) È uopo avvertire che l'acido cloridrico di cui si fa uso nella preparazione del cloruro di ferro, si ottiene spostandolo dall'acido commerciale per mezzo dell'acido solforico e facendolo assorbire dall'acqua distillata. L'acido solforico poi di cui si è fatto uso in tale operazione s'impiega a svolgere l'idrogeno.

Le acque che hanno servito a lavare il precipitato di ferro, neutralizzate con l'acido idroclorico, contengono tutta l'ammoniaca sotto forma di cloridrato di ammoniaca: questo sale si ripristina facilmente coll'evaporazione de'liquidi, e serve, riscaldato colla calce, ad ottenere dell'ammoniaca per una nuova preparazione di ossido di ferro.

menio che i reiterati lavaggi non valsero a completamente asportare: ciò fatto si fa raffreddare la materia, che polverizzata s'introduce in tre cilindri di ferro, i quali portano ad un estremo un tappo di sughero, la cui parte centrale è traversata da un piccolo tubo di vetro, ed all'altro estremo si adatta un coperchio di ferro di forma conica avente alla parte affilata un foro del diametro di due o tre millimetri. Tali cilindri si situano orizzontalmente in un fornello ove sono riscaldati e traversati da una corrente d'idrogeno puro e secco preparato nel modo che segue: In due vasi di vetro di sufficiente capacità si fa reagire dello zinco, dell'acqua e dell'acido solforico; l'idrogeno che sviluppasi passa in più boccie di lavaggio contenenti prima dell'acqua, poi una soluzione di potassa ed in ultimo dell'acido solforico concentrato; quindi attraversa due serie di tubi di vetro ciascuno de' quali è lungo circa 3 metri ed ha un diametro di 3 centimetri; le due serie comprendono 18 tubi, di 9 ciascuna, ed essi contengono i materiali per la purificazione dell'idrogeno de' quali si è più sopra fatto menzione.

Dopo di aver traversato tutti questi tubi, il gas penetra ne' tre cilindri di ferro per mezzo di piccoli tubi di cui sono muniti. Messo così in comunicazione tutto l'apparecchio, e dopo di aver scacciato l'aria dal medesimo, si fa cadere un getto continuo d'acqua sopra i sugheri che si trovano in detti cilindri; quindi dalla parte laterale del fornello si fa fuoco in guisa da riscaldare questi cilindri moderatamente e progressivamente finchè non si sviluppi più acqua dalla loro parte affilata, ed a questo punto terminasi l'operazione raffreddando il tutto nella stessa corrente d'idrogeno.

Noi abbiamo avuto occasione di veder funzionare l'apparecchio montato dal sig. Favilli per la riduzione dell'ossido di ferro: quest'apparecchio presenta unità nell'insieme, precisione ne' particolari, e risponde non solo allo scopo definitivo, ch'è quello di ottenere un prodotto puro, ma anche ad evitare ovvero a riparare gli accidenti che possono verificarsi durante la preparazione.

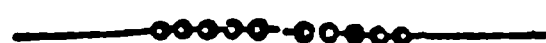
Abbiamo esaminato il ferro ottenuto nel modo di sopra descritto, e tanto i suoi caratteri fisici, che le sue reazioni chimiche mostrano ch'esso è sufficientemente puro, poichè non contiene

nè arsenico nè rame, si discioglie facilmente senza residuo negli acidi allungati, ed appena ritiene una traccia di solfo non dosabile.

Un'altra qualità di ferro ridotto, proveniente d'altra origine, non si scioglieva completamente negli acidi allungati, sviluppava coll'azione dell'acido idroclorico dell'idrogeno solforato sensibile all'odorato, e più sensibile alle carte preparate co' sali di piombo; ma però non conteneva nè rame, nè arsenico.

Infine un'altra qualità di ferro che trovasi in commercio preparata industrialmente a Lione dal farmacista Burin-Dubuisson lascia, dopo il trattamento cogli acidi, un residuo di silice che si eleva fino al 2,5 per 100; contiene circa 1 per 100 di solfo; gli acidi, oltre la silice, lasciano un residuo nero insolubile; infine la soluzione cloridrica di questo ferro precipita leggermente con l'acido solforico, ed il precipitato non è che solfato di barite.

Il ferro puro estremamente diviso, deve prepararsi per piccole quantità da' farmacisti, usando tutte le cure necessarie per ottenere un prodotto sul quale la medicina possa avere un'intera fiducia. Nella preparazione in grande i lavaggi non si fanno che coll'acqua comune, il ferro per preparare l'ossido è in grosse sbarre, e la purificazione del gas idrogeno si esegue in grandi recipienti ove i reattivi non possono avere col gas che un contatto limitato.



DELLA PRODUZIONE DELL'OZONE; LE ROUX.

(*Comptes Rendus*. 2 Aprile 1860).

Si prende un filo di platino molto fine ($\frac{1}{10}$ a $\frac{1}{12}$ di millimetro) lungo circa 20 centimetri, e si dà a questo filo una forma qualunque, mantenendolo in un piano orizzontale per mezzo di sostegni orizzontali. Questo filo, così preparato, è coperto

con un imbuto di vetro di 3 o 4 litri di capacità, messo in modo che l'aria abbia facilmente accesso sotto il filo. La parte superiore e stretta dell'imbuto è tagliata, perchè resti un'apertura di 2 o 3 centimetri sulla quale è fissato un lungo tubo di vetro coll'oggetto di raffreddare il gaz. Facendo passare una corrente di 12 a 15 coppie di Bunsen attraverso al filo, esso diviene incandescente e in questo stato sembra che acquisti la proprietà di convertire in ozone parte dell'ossigene dell'aria. Infatti il gaz che esce dall'imbuto ha l'odore ben noto dell'ozone e per mezzo di carte amidate e jodurate se ne acquisterebbe la certezza. . . . .

Quando si pensa che l'ozone non resiste in questo stato appena è riscaldato anche a temperature non molto alte, si scorge l'importanza del fatto scoperto dall'Autore, il quale meriterebbe studj più lunghi, perchè fosse prima provato che quegli effetti attribuiti all'ozone non sono invece dovuti a qualche combinazione dell'azoto e dell'ossigene dell'aria, che potrebbe formarsi in quelle condizioni in contatto del platino.



SULL'USO DEL SOLFATO DI PIOMBO NELLE PILE VOLTAICHE; DI ED. BECQUEREL.

(*Comptes rendus*, 2 Aprile 1860).

L'Autore propone di preparare dei cilindri o delle lamine mescolando al solfato di piombo secco e polverizzato ridotto in pasta, una soluzione satura di sal marino per la quale quella pasta diviene compatta e dura. Finchè il solfato di piombo è allo stato di pasta si preparano dei cilindri introducendo nell'asse loro una lamina di rame o di piombo o di ferro stagnato, o anche del carbone residuo delle storte del gas. Questi cilindri, una volta disseccati rimangono permeabili al liquido in cui sono immersi e uniti ad una lastra di zinco amalgamato

formano una coppia che l'Autore considera a forza costante. Si sono ottenuti dei buoni risultati col miscuglio seguente: 100 grammi di solfato di piombo in polvere, 20 a 30 grammi di sal marino e 50 centimetri cubici di soluzione satura di sal marino.

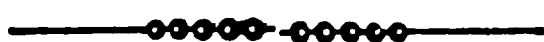
Si forma la coppia voltaica immergendo lo zinco amalgamato e il cilindro di solfato di piombo nell'acqua salata o nell'acqua leggermente salata.

Ecco i rapporti delle forze elettro-motrici delle diverse pile conosciute con questa proposta da Becquerel :

Pila di Grove	100
Pila di Daniell	58 a 59
Pila a solfato di piombo e a zinco amalgamato colla soluzione di sal marino.	28 a 30
Idem coll'acqua acidulata coll'acido solforico	27

L'Autore osserva che usando la soluzione di acido solforico, lo zinco si libera dal piombo che vi si depone sopra. Perchè la corrente sia costante fin da principio bisogna che sia di piombo la lamina metallica posta nel centro del cilindro di solfato di piombo. Allorchè questa pila agisce, il solfato di piombo è ridotto e si può ottenere dopo il piombo colla fusione. Perchè la corrente sia costante, cioè perchè vi sia sempre solfato di piombo da ridurre finchè vi è dello zinco da disciogliere, bisogna secondo gli equivalenti chimici, per 100 grammi di zinco usare 470 grammi di solfato di piombo, cioè circa il quintuplo dello zinco.

Avendo bisogno di pile di molta resistenza interna e di lunga durata, si può credere che siano queste pile a solfato di piombo, preferibili alle pile di Bunsen.



SUL MODO COL QUALE PROCEDE LA DISSOLUZIONE DEI CORPI CRISTALLIZZATI; MEMORIA DEL DOTT. R. FABRI.

Sono noti ai chimici molti esempi di sostanze, che si comportano in modo assai differente coi loro dissolventi, secondo

che sono amorfe o cristallizzate. La silice ne presenta uno dei singolarissimi, giacchè quando è stata fusa per effetto di una altissima temperatura, si riduce ad uno stato vitreo del tutto simigliante a quello del cristallo di monte, mentre che poi è incomparabilmente più di questo intaccabile dai dissolventi, acido fluoidrico, potassa, ec. Anche il rendersi apparenti certe cristallizzazioni di alcune sostanze metalliche mediante soluzioni acide, come si osserva facilmente nelle lastre di ferro stagnato, prova che quegli acidi trovano maggior facilità a discioglere le porzioni metalliche interposte fra i cristalli che i cristalli stessi, benchè formati dallo stesso metallo.

Questi fenomeni fanno evidentemente presentire che *quelle stesse forze che determinano le molecole di un corpo a disporsi piuttosto in una posizione che in un'altra, quando vengano abbandonate da un liquido, agendo direi quasi in senso contrario, oppongono una resistenza maggiore in una direzione, minore in un'altra, al distaccarsi delle molecole, quando il corpo cristallizzato venga posto entro un liquido capace di discioglierlo*.

Sembrandomi che il soggetto sia molto interessante, in quanto che può portare nuova luce sulla costituzione dei corpi cristallizzati, e sulla natura delle forze molecolari: ho perciò intrapreso uno studio sperimentale, destinato specialmente a confermare la indicata legge. A questo fine ho preso molti cristalli di diverse sostanze, dei più perfetti che ho potuto avere, e li ho immersi entro liquidi capaci di scioglierli, cercando di osservare il modo col quale procedevano le dissoluzioni, se non che mi sono accorto che difficilissimo riusciva il riconoscere ove questi cristalli erano stati maggiormente intaccati, specialmente per le prime, e piccolissime corrosioni, le quali sono le più preziose, perchè meno delle altre affette dalle numerose perturbazioni, come i diversi movimenti del liquido, la non sua omogeneità per la maggiore, o minore quantità di materia solida disciolta, ec. Ho dunque dovuto persuadermi essere indispensabile un mezzo sensibilissimo, che potesse misurare le corrosioni sino almeno ai centesimi di millimetro, ed è stato per questa ragione che ho pensato approfittare della proprietà che ha la luce polarizzata di mostrare diversamente colorate le

lamine di sostanze birefrangenti parallele ai loro assi, a seconda della loro grossezza.

L'apparecchio di polarizzazione che meglio degli altri si è prestato a queste ricerche è stato quello di Noremberg. Al di sopra del cristallo inclinato polarizzatore di questo strumento, ho posto una lastra orizzontale di cristallo, e sopra di essa un bicchiere pure di cristallo, avente il fondo ben limpido, e di grossezza uguale in ogni parte (1). Entro questo bicchiere ho messo i cristalli birefrangenti immersi nei liquidi che dovevano discioglierli, ed ho potuto tener dietro comodamente alle fasi della soluzione, osservando le variazioni di tinta.

I cristalli che ho sottoposto ad esame sono stati di solfato di calce, perchè con questa sostanza si ottengono facilmente col clivaggio dei cristalli laminari, che danno una tinta perfettamente uniforme. Per dissolventi ho adoperato acqua distillata, acqua acidulata con acido nitrico, acqua con acido cloroidrico, acqua con acido acetico. Affinchè poi l'apparecchio sia maggiormente sensibile, ho scelto fra i cristalli laminari, quelli che davano la così detta tinta sensibile bleu-violacea, ben nota ai fisici: con questa tinta mettendo il bicchiere direttamente sullo specchio dell'apparecchio di Noremberg (2) col che si raddoppia la sensibilità dello strumento, ho vedute delle variazioni di colore che calcolate corrispondevano alla diminuzione di $\frac{1}{1000}$ di millimetro in grossezza.

Disposte le cose in questa guisa, e messo tanto il bicchiere quanto il polariscopio nella posizione più vantaggiosa per aver la tinta più viva, ho veduto che i primi cambiamenti di colore incominciavano ai termini della lastra, e che a poco a poco gradatamente si avanzavano verso il mezzo, cosicchè quando la corrosione è un poco avanzata, essa prende una forma direi quasi

(1) È molto essenziale osservare scrupolosamente il fondo del bicchiere, giacchè non è raro che vi si trovino forti indizii di birefrangenza, i quali modificano la tinta della lastra sovraposta. Se nel ripetere queste sperienze capiterà un bicchiere che abbia questi indizii, dovrà essere tostamente sostituito, benchè avesse il fondo limpidissimo, ed a superfici perfettamente parallele.

(2) Cio può sempre farsi, purchè il raggio polarizzato cada ben perpendicolare sullo specchio.

lenticolare, cioè col maggiore spessore nel mezzo che poi diminuisce andando verso gli estremi: in questo caso si vede nel mezzo una piccola porzione della tinta originaria, ed attorno tante fascie di altre tinte corrispondenti a tutte le grossezze più piccole: se poi la soluzione continua, anche nel mezzo la tinta originaria sparisce, dando luogo successivamente a tutte quelle delle diverse fascie. Questo sperimento prova ad evidenza che il liquido incontra una maggiore difficoltà ad intaccare le superfici di clivaggio orizzontali delle laminette, che le laterali. Per dimostrare quanto sia grande questa differenza, basti ricordare che in una laminetta romboedrica di 7 millimetri circa di lato, si vedevano ancora alcune parti nel mezzo colla tinta sensibile primitiva, dopo quattro giorni d'immersione nell'acqua distillata, mentre che alle estremità era fortemente corrosa, ed anzi scomparsa quasi per metà. Più le lastre sono grandi, e più tempo si continua a vedere la tinta primitiva, per cui può dirsi quasi che nel senso del clivaggio parallelo agli assi il gesso è insolubile nell'acqua distillata. Ciò non si verifica negli altri piani di clivaggio perchè, come si è detto, le laminette vengono fortemente corrose nel contorno loro.

È noto che nel gesso vi sono altri due piani di clivaggio normali a quello principale, nel quale si distaccano le lamine. Questi due piani si sogliono distinguere coi nomi di *clivaggio vitreo* e di *clivaggio fibroso*, per la diversa apparenza della frattura dei cristalli secondo questi clivaggi, i quali formano fra loro un angolo di 65°,5'. I dissolventi si comportano ben differentemente con questi due piani di clivaggio: in fatti si osserva costantemente la corrosione progredire rapidamente partendo dal clivaggio fibroso, tenendo una direzione paralella al clivaggio vitreo, senza però che per questo manchi mai una qualche corrosione anche dalla parte di questo clivaggio, specialmente quando si adopera per dissolvente una soluzione acida, in vece dell'acqua distillata. Se con uno strumento tagliente si fa nella lamina di gesso una sezione, in direzione diversa da quella dei piani di clivaggio fibroso e vitreo, si osserva facilmente in essa una corrosione intermedia fra quella dei due piani di clivaggio, ed in grado maggiore o minore, secondo che si accosta alla direzione del clivaggio fibroso, o del vitreo.

Da tutto ciò quindi si conclude *che il gesso cristallizzato è intaccato dai dissolventi in grado maggiore nei piani di clivaggio fibroso; in grado medio in quelli di clivaggio vitreo; e finalmente in grado minimo nelle superfici di clivaggio principale: Per le sezioni poi artificiali differenti dai piani di clivaggio l'intaccabilità è intermedia, e dipende dall'accostarsi di queste sezioni piuttosto ad una direzione di clivaggio che ad un' altra.*

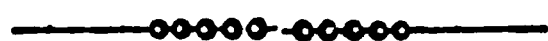
Di tutti i dissolventi adoprati, quello che mostra meglio i fenomeni indicati è l'acqua distillata, benchè richieda molto maggior tempo delle soluzioni acide: in genere poi ho trovato sempre indispensabile che lo scioglimento venga effettuato in mezzo ad un liquido tranquillo; ed in questo evvi una coincidenza coi fenomeni delle cristallizzazioni, le quali come è notissimo, riescono confuse quando il liquido è in movimento.

Prendendo una lamina già in parte disciolta, ed esaminata nella parte corrosa col microscopio, sempre usando la luce polarizzata (1), si vedono tanti solchi che partono dal lato del clivaggio fibroso e si avanzano verso il mezzo della lamina, seguendo una direzione perfettamente parallela al clivaggio vitreo. Questi solchi non sono formati da una superficie curva, ma da due piani formanti un angolo diedro, uno de' quali è parallelo alla sezione del clivaggio vitreo. L'indicata direzione de' solchi è tanto più osservabile, in quanto che nelle laminette di gesso si vedono di frequente molte fenditure parallele al clivaggio fibroso, che si producono con un' estrema facilità per poco che si contorca la lastra, le quali fenditure non impediscono che la soluzione proceda per linee quasi ad esse normali.

Sembra quindi che le forze che contrastano il distaccamento delle molecole nel caso di un' azione meccanica, diversifichino da quelle che operano nel caso di un discioglimento entro un liquido; mentre poi è anche probabile che queste pure can-

(1) Non è necessario per vedere questo fenomeno di usare della luce polarizzata; solo si riconoscono meglio i solchi con delle differenti colorazioni, che per mezzo delle deboli ombre, le quali sogliono indicare i piccoli rilievi degli oggetti osservati col microscopio. È per questa ragione che ho continuato a sperimentare colla luce polarizzata mediante un apparecchio poco differente dal microscopio polarizzatore di Amici.

gino natura, od almeno si modifichino quando il liquido dissolvente abbia azione chimica sulla sostanza che si discioglie, come può sospettarsi dall'avere osservato delle notevoli perturbazioni ai fenomeni indicati, quando i dissolventi erano soluzioni acide, benchè allungatissime.



SULLA REAZIONE ACIDA DEI MUSCOLI; DEL PROF. DU BOIS RAYMOND.

(*Conti resi dell' Accademia Reale delle Scienze di Berlino.* 31 *Marzo* 1858).

È noto che Berzelius scopriva nel 1807 la reazione acida della carne e che ebbe a sostenere con Liebig una lunghissima contesa sull'origine e sulla natura di quest'acido. Liebig che negò la presenza dell'acido lattico nei corpi animali, attribuì la reazione acida dei muscoli ad un lattato e ad un fosfato acido. Distinti Chimici tennero le opposte opinioni.

Frattanto si ammise costantemente che tutta la quantità di acido che si raccoglie dai muscoli esistesse già nei corpi viventi: ciò sembrava tanto naturale e necessario che non si pensò d'accertarsene sopra corpi d'animali uccisi di fresco. Credo dunque che potrà interessare se io dimostro che la quantità d'acido che si trova libera nella carne è tale soltanto dopo cominciata la putrefazione e che nell'unico caso di una contrazione muscolare vigorosa e durevole, il muscolo, ancora capace di contrarsi, possiede una reazione acida.

Ecco in qual modo giunsi a questa cognizione.

Dopo la scoperta della legge della corrente muscolare, uno dei primi esperimenti era di vedere se per avventura la sezione longitudinale e la sezione trasversa artificiale del muscolo offrissero una reazione differente. Iniettata dell'acqua distillata nell'aorta ventrale d'un coniglio, alla temperatura del sangue,

fino a che refluiva dalla vena cava inferiore scolorita e compressi i muscoli vuoti di sangue, caldi e quasi ancor palpitanti, il liquido arrossato che si ebbe in tal modo, non lasciò particella di coagulo, ma conteneva gran quantità, di albumina e reagiva come acido. Il taglio trasverso artificiale del muscolo, cimentato ripetutamente alla carta di tornasole non lasciò scorgere alcuna reazione acida, e mi accontentai di ritenere che il liquido alcalino scorrente dai vasi sanguigni e linfatici troncati, avesse saturato l'acido della sezione del muscolo.

Otto anni più tardi tornai su questo argomento occupandomi dello stato elettrotonico dei muscoli. Mostrai che esiste sul muscolo uno strato le cui forze elettro-motrici agiscono oppostamente a quelle della restante porzione del muscolo, e questo strato dicesi parelettronomico. Quindi il muscolo opera debolmente come positivo colla sezione naturale, cioè la corrente passa per il moltiplicatore dalla sezione longitudinale alla trasversale; oppure il muscolo non agisce punto; o finalmente opera negativamente.

Ma appena le forze elettro-motrici dello strato parelettronomico vennero tolte in qualche modo, per allontanamento o separazione meccanica, o per azione chimica, il muscolo agisce fortemente e la corrente muscolare si manifesta nel modo ordinario. Per determinare una mutazione della corrente fra la sezione longitudinale e la trasversa naturale, basta dunque inumidire la sezione trasversa del muscolo con un liquido che attacchi chimicamente la sostanza muscolare, sia pure il liquido o no conduttore, e di qualunque natura.

La mutazione della corrente si manifesta all'istante tanto più grande quanto più fortemente il liquido attacca la sostanza muscolare e quanto più rapidamente vi penetra; ma anche i liquidi pochissimo attivi e capaci di diffusione sono atti ad un tale effetto. Si può dunque usare questa mutazione della corrente quando si inumidisce la sezione trasversa, come un nuovo reagente per riconoscere se la sostanza muscolare venga o no attaccata dal liquido. Dubito che si dia altro segno più di questo sensibile.

Trovai per tal mezzo che il taglio trasverso artificiale di un muscolo di rana intacca chimicamente col contatto conti-

nuato, la sostanza d'un altro muscolo di rana. Non operavano così la superficie naturale del muscolo, nè la sezione artificiale per il lungo nella direzione delle fibre, ottenuta per strappamento. Dunque, o si contiene nei ligamenti muscolari un liquido che attacca il tessuto dei ligamenti stessi, il che sarebbe assurdo, o bisogna ammettere che un tal liquido si forma in processo di tempo sul taglio trasverso artificiale. E la prova materiale constatò quest'ultimo concetto.

Riflettasi che i Chimici dicono carne fresca quella carne ch'è buona ancora a mangiarsi, mentre i Fisiologi intendouo quella che dopo la morte o dopo la separazione dall'animale vivente perdura nelle sue proprietà vitali, cioè quella che è tuttora eccitabile, ed agisce come elettromotore: alla francese potrebbe chiamarsi l'*état de survie*. I pesci soltanto e le rane portano nella pentola i loro muscoli allo stato di sopravvivenza, anzi i gamberi allo stato di vita; per le altre carni avviene una serie di modificazioni dopo la morte.

Sapendo che un sottile strato di muscolo sul taglio trasverso artificiale muore completamente in breve tempo, dedussi che solo colla morte dei muscolo, presto o tardi che avvenga, l'acido in esso diventa libero.

Era necessario esaminare una sezione vecchia e già corrosa e la reazione fu trovata decisamente acida.

È meglio in queste ricerche limitarsi ai muscoli di rana perchè i fenomeni si sottraggono più presto all'osservazione negli animali a sangue caldo .

V'è differenza tra la superficie del muscolo che resta libera negli spazii della linfa, e la superficie colla quale i muscoli si toccano a vicenda e che bisogna separare appositamente. La reazione delle due specie di superficie è la medesima, leggiermente alcalina.

Tagliando un muscolo asciugato e premendo le due sezioni sulla carta di tornasole rossa, compare una macchia azzurra, ed una macchia rossa sulla carta azzurra, ma un po' più tardi.

Per mettere in evidenza l'azione del taglio trasverso del muscolo potremmo rappresentarcelo come composto della sostanza acida del legamento primitivo e del tessuto connettivo alcalino, coi vasi linfatici e sanguigni. Sul fondo rosso dovreb-

bero questi ultimi tessuti lasciare tracce azzurre e sul fondo azzurro la materia acida del legamento primitivo dovrebbe lasciar tracce rosse.

Lasciando a se un muscolo tagliato in traverso, a media temperatura, ed esaminando nuovamente dopo qualche tempo la reazione, essa è fortemente acida. Ma una nuova sezione trasversa a certa distanza dalla prima si mantiene tuttavia neutrale; dopo un altro periodo di tempo è acida anch'essa.

Quando il muscolo ha perduto ogni irritabilità ed ha assunto la rigidezza di morte, allora soltanto reagisce in qualunque sua sezione come acido; ma resta ancora alcalina la sezione longitudinale che si forma strappando pel lungo le fibre. Col tempo vien saturato l'alcali degli altri tessuti coll'acido formatosi nell'interno dei legamenti, e il muscolo reagisce come acido in ogni sezione. Allora il muscolo passa agli altri stadii della putrefazione.

Le macchie rosse che i muscoli invasi dalla rigidezza di morte lasciano sulla carta azzurra rimangono visibili anche dopo l'asciugamento.

Nulla può dirsi di preciso circa il tempo necessario allo sviluppo di questi stati. Alcuni muscoli di rana alla temperatura di 0° ponno contrarsi anche al decimo giorno, e perciò possedere una reazione affatto neutra.

Dunque, *nei muscoli si fa libera al tempo della rigidità una certa quantità di acido*, e siccome trovammo ancora alcalina la sezione longitudinale artificiale, mentre il taglio trasverso reagiva già come acido, l'*interno dei ligamenti primitivi deve essere la sede della formazione dell'acido*. All'incontro si potrebbe ancora dubitare se realmente nell'interno del tessuto muscolare fresco non sussista verun acido libero, mentre sarebbe possibile che esso acido venisse occultato dai liquidi alcalini provenienti dai vasi sanguigni e linfatici. Era perciò necessario ripetere questi esperimenti con muscoli nei quali il sangue fosse stato espulso dai vasi mediante un liquido neutro.

Ciò feci appunto con una soluzione diluita di zucchero ($\frac{1}{15}$ in peso); nell'acqua distillata i muscoli non si contrassero nell'atto d'iniettare questo liquido, come sogliono usando dell'acqua distillata; rimasero eccitabili quasi per tanto tempo come se

fossero pieni di sangue; non potei riconoscere una differenza decisa nella reazione dei muscoli riempiti di sangue da quelli riempiti d'acqua zuccherata.

Ho istituito esperimenti simili con acqua distillata. Com'è noto per le osservazioni di Müller, Weber, Liebig, i muscoli iniettati d'acqua distillata si gonfiano, diventano bianchi, la loro capacità contrattile diminuisce d'assai fino a cessare. Intanto anche il taglio trasverso reagisce come neutro; tutt'al più inclina ad essere acido per iniezione abbondante. Ma siffatti muscoli mostrano ancora un fenomeno rimarchevole che sfuggì a quegli osservatori. Conservando al freddo la parte posteriore d'una rana dopo l'iniezione di 200 a 300 centimetri cubici d'acqua distillata, i muscoli lasciano a poco a poco refluire una parte considerevole dell'acqua che hanno ricevuta. Da principio reagisce questo liquido sulle due carte di tornasole precisamente come il taglio del muscolo fresco. Se i muscoli muojono, si trova acido il liquido che ne viene espulso; se trapassano in putrefazione la reazione diviene alcalina. Il liquido contiene sempre gran quantità di fibrina. Non potei osservare una formazione spontanea di coagulo. Il liquido alcalino proveniente dai muscoli in putrefazione è giallognolo e formicola di vibrioni. L'esperimento non decise se i muscoli espellono il liquido anche a traverso la loro superficie intatta oppure a traverso i loro vasi troncati.

Concludiamo che non solo la maggior quantità d'acido contenuto nel muscolo si libera soltanto colla incipiente rigidità, ma in generale non sussiste alcun acido libero nei muscoli freschi che si possa dimostrare colla reazione sul tornasole.

Siccome anche i muscoli che contengono acqua zuccherata o distillata reagiscono colla sezione trasversa come neutri, non si può dire che l'alcali del sangue saturi l'acido libero della sostanza legamentale: non si può disputare se *tutta la quantità d'acido riconosciuta dai Chimici nei muscoli morti è resa libera soltanto al tempo della rigidità cadaverica entro ai legamenti muscolari primitivi*.

Si potrebbe pensare che la formazione degli acidi venga dalla ossidazione alla superficie delle sezioni per il contatto libero coll'ossigeno dell'aria. Ma l'esperimento prova il contra-

rio, osservandosi lo stesso corso di fenomeni quando i muscoli siano tagliati sotto il mercurio o dentro il vuoto della macchina pneumatica.

Si è stabilito che il muscolo agisce come neutro finchè è contrattile e per qualche tempo di più. Siccome l'evitare della rigidità non è distinto da un segno decisivo, non può dirsi che l'acido si formi assolutamente in quel tempo. Pure ritengo che il coagularsi della fibrina sia il fenomeno originario e secondario sia il formarsi degli acidi.

Credetti dunque importantissimo decidere se l'inacidirsi dei muscoli sia costantemente in tutte le circostanze, conseguenza del coagularsi della materia fibrosa; o se possano accadere i due effetti separatamente. Esaminai muscoli che avevano perduto la contrattibilità ed eransi fatti rigidi e trovai che nell'acqua a media temperatura i muscoli diventano dopo due ore *rigidi* ed *acidi*; così pure un muscolo disseccato sopra l'acido solforico poi di nuovo inumidito nell'acqua; parimente un muscolo raffreddato nell'olio d'oliva alla temperatura di — 6° C. Anche un muscolo immerso nell'acqua a 45° per cinque minuti diventa rigido ed acido. Potrebbesi pensare che ne sia cagione il calore, che fa penetrare l'acqua più rapidamente, cosicchè questo esperimento ricade nell'altro in cui il muscolo sta per eccessivo tempo nell'acqua a media temperatura. Ma l'effetto è il medesimo usando invece di acqua, mercurio od olio all'istessa temperatura.

Sarebbe tuttavia precipitato il conchiudere che la relazione fra l'irrigidirsi e l'inacidirsi non sussista.

Sei muscoli A, B, C, D, E, F, vengono tenuti nell'acqua a + 45°, 50°, 55°, 60°, 75°, 100° C. Tutti perdono la loro attitudine, divengono rigidi e doppiamente rigidi quelli esposti a temperatura più alta per il coagularsi non solo della fibrina, ma anche dell'albumina; cercando la reazione del taglio trasverso,

— il muscolo A reagisce decisamente acido.

— la reazione è più neutra in C che in B.

— D assolutamente neutro.

— E inclina ad essere alcalino.

— F che stette 5 minuti nell'acqua bollente reagisce chiaramente come alcalino.

Non vidi mai muscoli di rana esposti al calore dell'ebullizione divenir acidi quando si abbandonino a media temperatura e alla putrefazione.

Osservai in massima i medesimi risultati col mercurio e coll'olio invece dell'acqua.

Ciò che mi fece meraviglia fu la contradizione in che pare stiano questi esperimenti coll'altro ben noto di Liebig, secondo il quale i liquidi della carne di diversi animali esposti anche a 100° reagiscono come acidi. Dirò sopra questo che una volta i muscoli sono divenuti acidi non perdono più la loro reazione acida nel calore.

Immergendo un muscolo nell'acqua bollente è chiaro che tutte le sue parti assumeno gradatamente la temperatura fino alla più elevata. Estraendolo prima che non ogni sua particella abbia raggiunto il grado dell'ebullizione e cercando la reazione della sezione trasversa, dato che a diverse temperature corrispondano reazioni differenti, se si preme il muscolo sulla carta di tornasole si dovranno vedere come tanti anelli concentrici di diversa tinta, ognuno dei quali procedendo dall'esterno all'interno corrisponde ad uno strato isotermico di temperatura sempre inferiore. L'esperienza verificò la supposizione. Laonde non si può dedurre pel caso di quei muscoli, C fino ad F, che giammai non fossero acidi. Diremo che le singole parti d'un muscolo immerso nell'acqua bollente passano per diversi modi di reazione, mentre dapprima per una certa serie di temperature basse da 40 a 50° sono acide, diventano neutre passando per una serie di temperature superiori, per divenire alcaline al calore di ebullizione. Le temperature più alte devono possedere la virtù di paralizzare nuovamente gli acidi sviluppati nel muscolo alle temperature inferiori. È però strano e incomprensibile che questa proprietà esista riguardo all'acido che si sviluppa nel muscolo immerso nel liquido a 100° per un pajo di secondi e che non si verifichi per rispetto all'acido che formasi per morte spontanea o per più lunga dimora alla temperatura di 40 a 50°.

Si potrebbe ciò spiegare dicendo che l'acido sviluppandosi per breve immersione sia d'altra natura, di natura più fluida che quello che risulta per più lunga azione del calore. Ma non

potei ammettere questa idea, osservando che i muscoli diventano neutri ed alcalini anche coll'olio e col mercurio, senza che potessi riconoscere il disperdersi della più piccola bolla.

Altro modo di spiegare la difficoltà era di ammettere che la quantità dell'acido sviluppandosi alle basse temperature cresca col tempo fino ad un certo limite, cosicchè nel muscolo immerso nel liquido a 100°, per pochi secondi, diventi libera una piccola porzione di acido, e nel muscolo tenuto più a lungo a 45° se ne sviluppi una maggiore; che alle temperature più alte abbia luogo uno sviluppo di alcali, forse di ammoniaca; finalmente che la quantità di questo alcali basti a saturare l'acido della breve immersione, non però l'altro acido dell'immersione più lunga.

Dietro questa supposizione si può ammettere che un muscolo immerso nell'acqua fredda e scaldato in essa a 100° trovasi acido non alcalino; che una più grande massa muscolare, come i due muscoli delle coscie di rana ancora vivente nella pelvi trovisi acida almeno nell'interno, anche immergendola improvvisamente nel liquido a 100°, e tenendovela quanto piace, ma specialmente se la quantità del liquido è proporzionatamente piccola, poichè in ambedue i casi le singole parti interne del muscolo saranno più lungamente soggette alle temperature che inacidiscono; che ciò avviene quando una più piccola massa muscolare di superficie proporzionatamente maggiore, come il gastrocnemio di una rana viene immerso improvvisamente nel liquido a 100°. In quei casi si sviluppa troppo acido, più di quello che potrebbe essere saturato per l'alcali che si svolge in seguito.

Riguardo allo sviluppo di un alcali nel muscolo mediante il calore di 100°, invano cercai un nuovo fatto che convalidasse la supposizione. Quell'alcali non poteva essere ammoniaca, perchè le macchie azzurre che il muscolo lascia sulla carta rossa sono costanti, e quando toccasi con una verghetta di vetro bagnata d'acido cloridrico diluito carne di rana cotta e sminuzzata, non si ha traccia di vapori di sale ammoniaco.

Siccome i limiti delle temperature che inacidiscono e di quelle che uccidono il muscolo neutro, coincidono con quelli delle temperature alle quali secondo Berzelius la fibrina della

carne di manzo e secondo altri la fibrina del muscolo di rana si coagulano, cercai se cuocendo il liquido albuminoso che reagisce come neutro, oppure cuocendo siero di sangue di manzo neutralizzato coll'acido idroclorico, si producesse alcali allo stato libero, ma non ne vidi traccia.

Io non aveva bene esaminato se un muscolo divenuto in gran parte acido per l'immersione di pochi secondi in liquido a 100°, quando sia di nuovo posto nel liquido e tenutovi più a lungo, ridiventi realmente neutro, oppure affatto basico. Pare naturalissimo, ma non succede in effetto. Tenendo un muscolo nel liquido a 100° e cercando dopo qualche tempo la sua reazione, si trova alcalina. Estraendolo però dopo 4 o 6 secondi, e cercando la sua reazione che trovasi acida per una parte circolare o annulare del taglio trasverso, oppure lasciando raffreddare il muscolo anche nudo senza intraprendere questo esame, e immergendolo di nuovo per tempo indefinito nel liquido bollente, esso non ridiventa mai neutro, non che alcalino, ma rimane costantemente acido.

Mi risulta che era un'illusione l'ammettere che il muscolo esposto al calore dell'ebullizione passi con temperatura crescente nel suo interno per diversi modi di reazione. Infatti perchè un tal muscolo non diventi mai acido, è necessario che le sue particelle rimangano per un tempo non troppo breve alle temperature che inacidiscono. Se il muscolo viene immerso in una massa sufficiente di liquido a 100°, le sue particelle passano troppo presto per le temperature che inacidiscono e non ponno farsi acide. Se si estrae il muscolo dopo un breve periodo, il muscolo ritiene raffreddandosi all'aria la temperatura di 40 a 50° tempo bastante a diventare acido. Da ciò procedono le antecedenti difficoltà.

Rimarrebbe a spiegare la differenza tra la reazione dei muscoli freschi, crudi e di quelli esposti per qualche tempo a 50° a 70°. Di fronte ai muscoli cotti ritengo gli ultimi siano più alcalini.

In paragone dei muscoli irrigiditi a 50° a 70° non è difficile di comprender questa differenza, poichè a questa temperatura può sempre esservi una quantità d'acido libero. Ma se si vedesse distintamente un'alcalinità più grande nel muscolo

cotto rispetto alla reazione della carne cruda si avrebbe una spiegazione più ampia. Forse quella differenza deriva soltanto dalla quantità maggiore di liquido che dà il muscolo cotto.

L'effetto del calore di ebullizione sul muscolo ci offre il primo esempio di una coagulazione della fibrina senza che il muscolo s'inacidisca. Inoltre conservando dei muscoli di rana a 0° non doventano acidi, ma passano immediatamente dalla reazione neutra all'alcalina che si accompagna colla putrefazione. Ad ogni modo comprimendo la sezione del muscolo sulla carta azzurra si vede un rosso screziato. Talvolta da principio appare una macchia azzurra sulla carta rossa e nessuna macchia sull'azzurra; ma all'asciugarsi sparisce la prima e compare una macchia azzurra sulla carta rossa.

Non vidi mai inacidirsi quei muscoli che posi in soluzioni sature di cloruro di sodio, di nitrato di potassa, di solfato di soda o di magnesia; nemmeno se posti in alcole assoluto, poi nell'acqua. Dedussi da questi esperimenti che l'acido non si rende libero nel muscolo per conseguenza necessaria e immediata del coagularsi della fibrina, ma che può accadere una cosa senza l'altra.

Prima di esporre altre ipotesi sulla natura della formazione dell'acido nel muscolo morente, sarà utile verificare se quanto si osservi nei muscoli di rana e ciò valga in generale anche per gli altri animali.

Esaminai tra i pesci la tinca, il luccio ec. Con piccole eccezioni verificai la regola.

Pezzi del muscolo gran-pettorale d'un piccione appena ucciso, e di un pollo avvelenato col *curara* reagivano, i primi più alcalini degli altri. Anche qui nessuna traccia di acido nel muscolo fresco. Relativamente al calorico, la temperatura di 45° che oltrepassa di poco il calor naturale del sangue, non basta a inacidire i muscoli degli uccelli e occorrono 50° a 55. C.

Fra i mammiferi esaminai manzo, porco, cane, coniglio, porcellino coll'effetto che si aspettava.

L'assenza della reazione acida nei muscoli umani freschi fu osservata da Bence-Jones di Londra.

Mi studiai di mettere in chiaro la reazione delle fibre liscie, mentre i lavori precedenti d'altri osservatori erano contradittori.

Lo stomaco degli uccelli offre un contesto grande di fibre muscolari liscie. Ludwig considera le cellule muscolari, come un passaggio al tessuto muscolare di fibre trasverse. Io condussi le mie ricerche dai gradi medii di temperatura fino al grado di puzzolenta putrefazione. La reazione era da principio leggermente alcalina, e rimase tale fino allo svilupparsi dell'ammoniaca e allora si fece più decisa. Pezzi di stomaco d'uccello non divennero acidi nemmeno nell'acqua a media temperatura per tempo indefinito e molto meno a temperature elevate fino a 100°. Pure trovai che reagiva come alcali la mucosa dell'intestino crasso di un bue appena ucciso.

È tempo di vedere un'altra circostanza per cui i fatti già scoperti sono constatati in modo mirabile, mentre il modo di spiegazione dovrebb'essere in tutti i casi condizionato. È l'inacidirsi dei muscoli ancora contrattili in seguito a violenti sforzi.

Si spari una rana ritenendo soltanto la colonna vertebrale col midollo in essa contenuto, il nervo ischiatico e il respettivo gastroenemio e venga tetanizzata mediante un elettromotore magnetico, esponendo alla corrente prima il midollo poi scendendo all'ischiatico e al muscolo. Per ogni nuovo tratto che si introduce nel circuito si incomincierà colle correnti più deboli, che producono convulsioni, e non si passerà ad introdurre un nuovo tratto finchè non producono più contrazioni le correnti più forti.

Cercando in seguito la reazione della sezione trasversa di un muscolo così tetanizzato, si trova decisamente acida.

Si può fare un'obbiezione a questo esperimento che siccome il muscolo stesso fu esposto alle correnti, l'inacidirsi di esso sia un effetto elettrolitico di queste correnti anzichè una conseguenza delle contrazioni. Frattanto si può condurre l'esperimento in massima collo stesso effetto, anche senza far agire immediatamente la corrente sul muscolo. Soltanto in questo caso l'inacidirsi non oltrepassa i gradi inferiori pel piccolo numero di contrazioni che si ponno ottenere dal nervo.

Riesce meglio l'inacidirsi del muscolo coll'eccitazione immediata sulla rana viva. Si fissa la rana, si lega l'aorta ventrale e si taglia uno dei nervi ischiatici.

Si fa passare attraverso alla midolla spinale per mezzo di

un apparato elettro-megnetico, una serie di circuiti alternativamente di senso opposto, trovasi una reazione quasi sempre acida nel membro che si è contratto, mentre appena è duopo dire che la sezione trasversa dell'altro muscolo mostra la reazione solita neutrale che inclina ad essere alcalina. Questo effetto è tanto più rimarchevole, che si mostra il muscolo tetanizzato più ricco di sangue. Si può tenere in vita la rana e vedere che dopo breve tempo sebbene legata l'aorta, l'animale può far contrarre ancora i muscoli della coscia tetanizzata. Legai l'aorta ventràle in questo esperimento per impedire che il sangue alcalino sempre rinnuovato saturi l'acido sviluppato nei muscoli e si cangi in lattato di soda.

Quando ripetei lo stesso esperimento senza legature, notai molto minore differenza fra la reazione del muscolo in riposo e quelle del muscolo tetanizzato. Quando lasciai illesi i due nervi e legai l'arteria iliaca invece dell'aorta, erano più fortemente convulsi i muscoli della parte non legata, e parvero proporzionatamente più vuoti di sangue. Tuttavia non diedero chiaro segno d'inacidirsi, mentre i muscoli dalla parte dov'era la legatura, sebbene iniettata di sangue e perciò più ricchi di alcali, si trovarono decisamente acidi.

Tagliando il nervo ischiatico ad una rana cui fu legata l'aorta, e avvelenandola con della stricnina, e paragonando la reazione dei due gastrocnemi, la si trova in ambedue le parti neutra, sebbene quella del gastrocnemio tetanizzato inclina sempre all'acido. L'effetto manchevole di questo esperimento dipende dall'essere la somma delle contrazioni troppo piccole perchè possa adunarsi nel muscolo una traccia rimarchevole d'acido.

Così l'inacidirsi del muscolo per via del tetano, è un fenomeno la cui dimostrazione va incontro a non poche difficoltà.

Diversamente è nel coniglio. Qui riesce facile e sicuro l'esperimento ultimo descritto. Tagliando ad un coniglio il nervo ischiatico dell'una parte, e avvelenandolo con stricnina, tagliando i muscoli cosciali d'ambe le parti durante il tetano o subito dopo, si trovano neutri i muscoli in riposo, acidissimi quelli tetanizzati, sicchè la carta di tornasole viene colorata in rossastro col contatto della sezione troncata.

Non so bene perchè il medesimo esperimento non dia ef-

fetto egualmente favorevole nel cane. Trovai alcalini in più casi i muscoli in riposo, neutri quelli tetanizzati. Siccome il cuore durante la vita produce un lavoro meccanico incessante e vigoroso, siccome già Schulze credette di aver trovato essere il cuore il più acido dei muscoli, cercai di nuovo se il cuore desse una reazione acida. Non riscontrai quella proprietà nella rana, nel piccione, nel coniglio, e ciò forse per la grande quantità di sangue che gli dà una chiara reazione alcalina più che gli altri muscoli. Il sig. Kühne mi scrisse ch'egli ha trovato acido il cuore fresco nel cane e nel gatto. Io pensai che quei cuori fossero acidi forse perchè durante la vivisezione avevano passato per l'angoscia più violentemente che mai. Staccai dunque i due vaghi ad un coniglio maschio robusto per portare il cuore ad un movimento straordinariamente gagliardo. L'animale morì dopo 22 ore; aperte poco dopo le cavità del petto trovai il cuore capace ancora di eccitamento meccanico. Ma la reazione del medesimo era come al solito chiaramente alcalina.

Le macchie rosse che fanno sulla carta di tornasole azzurre i muscoli inaciditi per tetano sono durevoli e il calore di 100° può molto meno sull'acido, sviluppatesi per tal modo nei muscoli, che sull'acido resosi libero per altra via. La reazione acida dei muscoli eccitati non deriva dall'acido carbonico sviluppatosi più abbondantemente secondo Matteucci e Valentin nè dal fosfato acido di potassa. Che l'acido lattico sia cagione di essa reazione, è reso più verosimile da ciò che Berzelius ha raccontato nel 1841 di aver ottenuto gran quantità d'acido lattico dai muscoli d'un selvaggio, mentre i muscoli di estremità mutilate parevano contenerne minimamente. Sull'origine dell'acido lattico della carne per la contrazione devo astenermi da ogni congettura. Abbiamo addotta la prova che la coagulazione della fibrina possa aver luogo indipendentemente dall'inacidirsi del muscolo. Gli esperimenti sembrano mostrare il contrario. Potrebbesi dubitare se realmente l'inacidirsi del muscolo per mezzo del tetano sia diverso dall'inacidirsi per morte o coagulamento della fibrina. Potrebbe dirsi che in seguito di eccitazioni muscolari violente, una parte forse del tessuto muscolare muoja, divenga rigida ed acida, mentre un'altra parte si

mantenga capace alle sue funzioni, e così si rende acido il muscolo ancora vivente. Se si mette in riposo il muscolo, il sangue arterioso scioglie l'irrigidamento di quei muscoli e li ravviva.

Questa opinione non è attendibile. Sarebbe erroneo il pensare che siano esausti questi muscoli tetanizzati. Io non voglio negare che ciò abbia contribuito qualche volta nei miei esperimenti. Ma nella eccitazione mediata del midollo spinale, sia per mezzo di correnti elettriche, sia per la stricnina, non si può ammettere un deperimento del muscolo. I muscoli acidi di un coniglio ucciso colla stricnina sono atti a contrarsi anche nell'atto della recisione del nervo. Non si ponno dunque chiamare esausti questi muscoli. Più facilmente si potrebbe riuscire a farsi un concetto dei fenomeni a cui soggiace l'acido una volta formatosi. Vedemmo che l'acido cessa presto di essere riconoscibile. Il più naturale è immaginarsi che il sangue alcalino neutralizzi quell'acido nei tessuti primitivi sotto forma del lattato di soda. Se il lattato di soda vien bruciato nel sangue in carbonato di soda e in altri prodotti, oppure se il medesimo può comparire nell'orina, è questione che richiede ulteriori ricerche, sebbene dai chimici venga messa in dubbio la presenza di sali lattici e dell'acido lattico libero nelle orine; è però difficile non ricordarsi quì, che Lehmann trovò aumentata la quantità di una sostanza ritenuta per acido lattico nelle orine dopo l'esercizio del corpo.

A motivo dell'inacidirsi dei muscoli per violento tetano, quando si voglia persuadersi dell'area neutrale ed alcalina dei muscoli in quiete negli animali a sangue caldo, è opportuno avvelenarli col curaro.

Chiudendo, ci rimarrebbe a gettare uno sguardo sull'ipotesi di Liebig circa l'origine della corrente muscolare. Siccome i muscoli finchè sviluppano una corrente elettrica non contengono alcun acido nel loro interno, è chiaro che non può ammettersi quella ipotesi, tanto più che io mi sono convinto che nervi e muscoli di una gamba di rana iniettata d'acqua zuccherata mostrano tutti gli effetti elettrici soliti. Nondimeno si legano ad una più precisa valutazione di questo oggetto varie importanti quistioni che altrove tratterò.

SULL'EFFETTO DEL DIBOSCAMENTO E DISSODAMENTO DEI MONTI RISPETTO ALL'ALTEZZA DELLE PIENE MAGGIORI DEI FIUMI ARGINATI; MEMORIA DEL PROF. CAV. MAURIZIO BRIGHENTI.

(*Memorie dell' Accad. delle Scienze dell' Istituto di Bologna*).

1. Dico, seguitando la promessa fattavi nella tornata dell'anno scorso, che l'età nostra ha vivificata la controversia del diboscamento e dissodamento dei monti per gli effetti che ne derivano alla economia delle acque correnti.

E tanto si è fatta calorosa in questo nostro più che mezzo secolo, che si levarono ingegni lodati e riveriti a proclamare, che le piene dei fiumi sono divenute indomabili per altezza e furore, e non possibili a frenarsi senza il rinselvamento.

Altri sono corsi agli estremi opposti, dichiarando che il disselvamento conferisce a moderare il corso delle pioggie ai recapiti.

Altri finalmente credono con maggiore temperanza, che l'avere atterrati gli alberi, e coltivate le spalle dei monti abbia cooperato a rendere più alte e frequenti le piene dei fiumi ai dì nostri.

Le spaventevoli inondazioni, avvenute nel 1856 in Francia, riaccesero ed allargarono il conflitto di queste opinioni di maniera, che anche nella Italia, maestra delle acque correnti, ha ridestate ed ampliate le discussioni anteriori, fra noi sempre lontane dagli estremi, e tendenti a stabilire l'influenza dei diboscamenti, come causa secondaria nell'altezza, e rapidità delle piene dei fiumi. E sebbene non sia mancato in Italia ancora chi si mostri avverso a convenirne, si può dire, che l'opinione italiana inclini a questa sentenza.

Ardisco sottoporvi alcune considerazioni su questo importante argomento, non già colla speranza di risolvere la questione, ma con animo di richiamare la vostra attenzione sui fatti più conosciuti; e sul diverso modo d'intendergli degli scienziati, che cagionò tante dispute, e tanta aspettazione nel pub-

blico di vedere quelle discordi opinioni ridotte finalmente in una sola.

2. Si è molto studiato intorno all'effetto del taglio dei boschi sulle sorgenti, e sulla evaporazione, molto sulla costituzione dei monti, sul dominio dei venti, e della temperatura. Ma convien confessare, che nulla si è potuto fin qui conchiudere di certo, o almeno di abbastanza probabile.

Le considerazioni sopra fatti o troppo speciali, o troppo complessi, e i cui elementi non sono al tutto noti, o determinati, hanno lasciate dubbiezze, che saranno tolte in un avvenire, forse ancora lontano, moltiplicando le osservazioni. Per ora sembra più prudente e sicuro l'attenersi ai fatti costanti, e alle cagioni principali, e manifeste, quando queste siano sufficienti a renderne ragione.

3. Fatto certo, costante, e universalmente lamentato, è la cresciuta altezza delle piene maggiori nei fiumi arginati, e il conseguente ingrossamento della loro portata.

Or quale cagione se non unica, principalissima almeno se ne trova per poco che si consideri la cosa? A me pare che questa cagione, se non unica, del certo sufficiente, sia la mutazione della forma del vaso. Tutte le altre immaginabili sono al confronto di questa sì poco influenti, ed incerte da potersi trascurare senza detrimento del vero, e però senza pericolo di errore nella pratica.

4. La vallata del Po era un mare d'acque, con rare isole qua e là sopra-eminenti alle gronde degli stagni più sottili; e poco a poco è divenuta nella maggior parte coltivabile; sul principio lentamente per opera delle alluvioni del fiume principale, e de' suoi tributari; in seguito rapidamente per l'artificiale arginamento.

La vallata del Nilo abbandonata all'opera naturale delle sue acque, va rialzandosi, e segue un corso di bonificazioni appena sensibile alle generazioni che si succedono: ivi l'opera dell'uomo non è intervenuta, che a rivolgere a qualche luogo più comodo le benefiche allagazioni per canali interni lasciando le principali espansioni, e le foci in mare all'arbitrio del fiume.

Quindi le piene del Po sono venute alzandosi fino alla misura odierna che ci spaventa, quelle del Nilo mantengono l'antica.

5. Grande è l'effetto che l'opera dell'uomo ottiene nel regolamento delle acque, massime se intesa non a dirigere, ma ad impedire in tutto i trabocchi, e gli allagamenti. L'acqua, che si riduceva al mare dopo lunghissimo tempo, è costretta corrervi in un subito, e per acquistare la necessaria celerità ad alzarsi negli alvei artificiali a misure enormi, rispetto al piano del bacino antico. Inoltre le torbe che rimanevano per via sono ora convogliate alla foce, allungano la via del corso anteriore, e cooperano all'alzamento del pelo d'acqua nelle tratte che si avvicinano allo sbocco: creano ivi il *delta*, o quelle prominenze più o meno vaste di terre nuove, secondo la portata, la torbidezza del fiume, e la profondità che trovano nel recipiente.

Fu notato che la punta del Po si allunga in mare 70, 80 metri l'anno, e che quella del piccol Reno bolognese deve stimarsi di 40, dopo il compito arginamento; mentre prima quelle protrazioni non erano che di 3, o 4 metri l'anno.

Del Nilo al contrario anche le foci attuali crescono assai lentamente, e la fronte dall'immenso *delta* pare quasi immobile da epoche remotissime.

Quanto diversa la forma del *delta* del Po da quella del Nilo! L'una ti mostra un promontorio sporgente meglio di 20 chilometri dalla linea generale del lido, l'altra una larga prominenza e non più. Immaginiamo arginati i rami del Nilo dal Cairo alle foci, e chi potrebbe dubitare di vedere alzarsi le piene a grandi ed insolite misure e generato in poco tempo un promontorio in mare similissimo a quello del Po?

6. Insistiamo sui particolari della vallata Italiana.

Chiunque dai nostri tempi va col pensiero agli antichissimi di Roma, o tenendosi a noi più vicino si ferma ai primi secoli del risorgimento, vede una vastissima pianura da Piacenza a Ravenna allagata dalle acque de' fiumi delle Alpi e degli Apennini, con recapiti lenti al generale recapito nel Po. Questo re de' fiumi fra noi, non era allora costretto fra le continuate arginature che gli abbiamo fatte, e correva perennemente copioso in ogni stagione; gonfiandosi nelle più stemperate moderatamente, tracimava per piccola altezza sugli spalti poco a poco creati colle proprie alluvioni.

A misura che la civiltà veniva dilatandosi, e che le popolazioni crescevano, gli spalti che rimanevano naturalmente in asciutto per la maggior parte dell'anno, venivan difendendosi dalle acque alte con parziali arginamenti, che adagio adagio si fecero continui sui cigliori del corso principale dal Ticino al mare.

Ciò similmente accadeva ne' suoi influenti, e ne' riazzi, o cavamenti naturali o artificiali, ove naturalmente o artificialmente volgevasi la maggior parte delle acque interne.

Di che nacque nel giro di cinque o sei secoli la grande mutazione della Padusa nello stato presente di terreni la maggior parte coltivati, ed abitati.

Se si distruggessero tutte le arginature artificiali, e le naturali replezioni, tornerebbero gli antichi allagamenti; l'altezza delle piene del Po non si troverebbe diversa da quella di prima, e sarebbe impossibile discernervi l'effetto di una causa secondaria, come si suppone il diboscamento.

Ciò vede assai facilmente ognuno che abbia anche all'ingrosso guardato ai fenomeni dei fiumi, e acquistato un po' di tatto ad intenderli. Onde la cresciuta, e tanto lamentata altezza delle piene del Po ai nostri giorni è derivata manifestamente dall'essere mutata per opera del fiume e dell'uomo la forma del vaso, e divenuta di amplissima che innanzi era, mano mano più angusta, ed ormai angustissima.

7. Se il piccol Reno bolognese fosse similmente disarginato, e disbarazzata la sua valle dalle antecedenti alluvioni, le altezze ora enormi delle sue piene tornerebbero alla misura antica; nè vi ha bisogno di molta scienza o pratica a persuadersene. Credo che non gli nuocerebbe neppure la via a cui fu costretto cinque volte più lunga dalla Panfilia al mare, perchè la breve durata delle sue piene e l'amplissimo bacino che avrebbe a riempire non gli darebbero tempo di crescere in altezza. Il che potrebbe similmente affermarsi de' fiumi veneti deviati dall'antico recapito nelle lagune.

8. Ad un torrente di sezione ristretta, come il Lamone, bastò l'accorciamento della metà circa della linea arginata, e un salto di m.i 1,57 dal fondo dell'alveo al fondo della valle Gregoriana per abbassare la sua piena massima a modo, che

mentre lambiva il ciglio degli argini alla bocca della rotta delle Amonite (avvenuta colla disalveazione del fiume nel 1839), ora lascia ivi di franco m.i 6,50. Nella lunghezza di 11 chilometri da questa rotta alla Chiusa Rasponi, si è abbassato il fondo del fiume andantemente, e si trova paralello all'antico dopo 20 anni del mutato corso.

La scavazione del fondo per quel salto, per l'abbreviata linea, e per la chiamata della nuova foce misura m.i 2,87 onde la piena si è abbassata in questi 11 chilometri m.i 3,63. Chi potrebbe dubitare che chiusa quella nuova foce, e rimesso l'alveo antico, non tornasse la piena a lambire il ciglio dell'argine come prima? E ciò senza bisogno di pensare ad alcuna alterazione seguita in questi ultimi quattro lustri nel bacino, che tributa le acque al Lamone.

9. Il che ho voluto notare, perchè l'alzamento, o l'abbassamento delle piene cagionato dagl'influenti, o dai diversivi della stessa portata, posta costante la velocità del recipiente, è maggiore ne' fiumi angusti che negli ampli, come s'intende subito; e appare anche dalla formola $x = \frac{p}{Lv}$, che io posi in fine della prima parte della mia Memoria sul Reno, ove x è l'alzamento o l'abbassamento del pelo del recipiente, p la portata dell'influente, o del diversivo, v la velocità del recipiente, L la sua larghezza.

Dalla quale viene ancora in aperto, come i torrenti temporanei: la Brenta, il Bachiglione, il nostro Reno, il Sennio ec. per un influsso costante alzarono enormemente le loro piene fra le troppo anguste sezioni, come anche i fiumi perenni, e cagionarono i pericoli continui, e i disastri delle frequenti inondazioni.

Mi pare che queste cose siano tanto evidenti, che non occorra di cercare altrove le cagioni atte a produrle. E debba piuttosto indagarsi, onde sia nato che l'attenzione degli studiosi siasi rivolta, e con tanta cura alle montagne.

10. Da circa due secoli si è cominciato a guardare ai diboscamenti, e ai dissodamenti dei monti; e dopo il Viviani, dal Mengotti fino a noi con tanto zelo, che pareva non esservi altro rimedio per abbassare le piene dei fiumi, che il rinselvamento.

Il proselitismo è sempre stato una delle tendenze umane, alla quale nessun secolo ha saputo resistere; e sono tanti gli esempi nelle scienze disputabili, che non occorre di citarne alcuno.

In quanto all'idraulica disputabilissima, i dotti che ne scrissero ebbero seguaci più o meno numerosi in tutte le parti, che il fatto non potè ben chiarire.

11. Il progressivo, e crescente diboscamento per cui salirono tanto in alto i prezzi del legname, sì da lavoro, come da fuoco, è un fatto a tutti presente. Anche l'aspetto delle colline e dei monti mutato di selvose in coltivato, e talora aprico, è un altro fatto conosciuto da moltissimi. Scoscendimenti parziali dei burroni alpestri, ed anche dei terreni meno aspri, col mutamento di letto delle acque e colla revina di grosse moli al piede, è pure un altro fatto non meno vero, e da molti, e specialmente dagli studiosi conosciuto.

Arroge: che la sapiente antichità teneva in venerazione i boschi; e che i benefioii, i comodi, e la vista ora gradevole, ora sublime degli alberi viventi in famiglie numerosissime, eccitarono se non un culto, certamente un sentimento di rispetto in tutti i tempi, e da tutti i popoli. Laonde la distruzione dei boschi, quantunque ognora crescente per soddisfare ai bisogni dell'ampliata civiltà, fu deplorata nell'universale, e ai filosofi che meditarono sul mutato aspetto dei monti, sui borri, sulle ripe franose, sui corsi taler mutati, e con maggior precipizio delle acque alpestri, parve che il comune lamento non solo fosse ragionevole, ma che quella distruzione, oltre i danni del luogo, cagionasse non lieve alterazione nel corso dei fiumi, anche a traverso delle lontane pianure.

E poichè l'arginamento progressivo de' fiumi era di effetto disputabile, taluno de' maestri primi rivolse gli occhi ai diboscamenti, e credette di trovarvi una potentissima cagione dell'altezza delle piene, cresciuta enormemente lungo tutta la linea arginata delle acque pianeggianti.

12. Per verità immaginando, anche senza vederla, una foresta fitta di rami e di foglie, di alberi o arbusti, nella quale entra a fatica la luce sottilissima del sole, l'animo si figura che debba trovarvi tanto più impedimento e freno il corso delle

pioggie, e nell'ombrosa e perpetua frescura lo squagliare delle nevi, e però debba farsi molto più lento a scendere al piede, e quindi nell'alveo dei fiumi. Sicchè moderato l'afflusso da una lunga durata, l'altezza delle piene debba riuscire moderata anch'essa ne' tronchi loro quantunque lontanissimi.

Questa verisimile immaginazione ebbe proseliti numerosissimi, e calorosi della opinione di quei primi maestri, e tanto che il diboscamento fu proclamato, come causa sufficiente della cresciuta altezza delle piene maggiori, e quindi unico rimedio il rimboscare per tornare le cose allo stato antico. E la sentenza sarebbe divenuta un teorema pratico, se non avesse incontrate difficoltà insuperabili ad eseguirla.

13. Guardando i pericoli, e i disastri delle piene altissime, i periti hanno cercato dei compensi al diboscamento, proponendo le serre, o restaie fra' monti, i laghi artificiali nelle parti elevate, l'apertura di ample bonificazioni o di casse nella pianura, ove tocca il massimo l'altezza delle acque, o gli accorciamenti della linea del fiume coi drizzagni, e coll'avvicinamento del recipiente allo sbocco.

Ognuno intende subito la difficoltà di questi più o meno temporanei rimedii ne' casi particolari.

Le serre, forse impossibili per lo sterminato numero che ne occorrerebbe, sarebbero atte tutto al più a frenare i dirupamenti, non già quanto basta le precipitose pendenze, o a trattenere innanzi a se notevoli quantità dei materiali convogliati: i laghi artificiali (ottimo di tutti i rimedi!) sono impraticabili nella maggior parte dei casi, attese le forme ordinarie dei bacini, e se praticabili in qualche ampia e fertile vallata, ivi di enorme costo per la perdita del suolo e degli abitatori e per le opere di arte necessarie a contenere con sicurezza le acque. Ciò può dirsi in minor grado delle casse, o colmate parziali, ove il profitto attuale del suolo sia tenue, e possono allora provvedere all'abbassamento locale delle piene per un tempo abbastanza lungo: il compenso dei drizzagni, ordinariamente di piccolo effetto, non può aversi per rimedio radicale, se non è congiunto ad un grandissimo e naturale avvicinamento della foce, come sarebbe della immissione del Reno bolognese nel Po. E si noti, che in questo caso, sarebbe un disfare ciò che

l'arte fece improvvidamente con gravissime spese; come nell'altro di rimettere i fiumi veneti nelle lagune, dalle quali ad ogni costo, ordinò provvidamente la sapienza veneta di deviarli, per la salute della capitale, vuol dire dello stato, che era in quel tempo la più potente, gloriosa, e antica Repubblica dopo la Romana.

Sono nella macchina del mondo ordinate le cose dal Creatore per modo, che ognuna vada al suo fine migliore: e raro avviene che sia scusabile l'opporvisi coll'arte.

14. Discorrendo per incidenza dei compensi al diboscamento, ho voluto accennare che i disastri delle grosse piene sono più sentiti e incalzanti di prima, perchè la mutazione della forma del vaso nel corso dei fiumi, condotta in molti casi alle ultime linee tollerabili ha destato specialmente in Italia, e anche in Francia, l'attenzione dei Governi, e le sollecitudini degli studiosi. E siamo venuti alle opinioni contradittorie che ho ripetutamente indicate intorno all'effetto del taglio dei boschi. Perchè la cosa guardata in astratto persuase la maggior parte degl'Idraulici, anche i più riputati; studiata con maggiore attenzione in concreto ha dissuasi gli uni a modo da correre agli estremi opposti; gli altri più savi a riguardare il diboscamento come causa secondaria, e nondimeno più o meno considerevole di quell'effetto.

15. Quanto a me penso, che il diboscamento e il dissodamento possano produrre alterazioni nel corso delle acque al piede immediato, o non troppo lontano dai monti ov'è seguìto: come nelle mutazioni di alcuni laghi di America, nelle quali pare del certo dovervi avere influito anche altre cagioni; e ne'borri alpini, o appennini, ed anche dei monti minori.

Ma quando il corso delle acque arriva a formarsi un alveo abbastanza capace, e quando le pendenze che seguono dopo i precipizii, e i salti montani, divengono sempre più regolari, e minori, fino alla parte pianeggiante, mi sembra che questa non possa risentire alterazioni notevoli dalle mutazioni seguite nella parte lontana e altissima.

Quivi le pendenze sono esorbitanti, e il moto per esse generato si estingue sul fondo dei precipizii, e fra gli ostacoli esistenti prima, e dopo il diboscamento; sia poi più alta o più

bassa la caduta, la pendenza residua deve rendere possibile il successivo corso delle acque senz'alterazione della portata, che per ora suppongo costante.

Chiunque ha veduta la cascata del Velino sulla Nera alle Marmore, avrà osservato dopo i moti vorticosi al piede rialzarsi l'acqua tanto da convogliare i due fiumi, come se fossero riuniti dopo una regolare confluenza in pianura. Quello spettacoloso precipizio del Velino non giova ad accelerare il corso delle acque confluenti, come alla *Liscia di Fano* non giova quel piano inclinato dall'Ingegnere Olandese (13 metri sopra 60 di lunghezza) ad affrettare il corso dell'ultimo tronco del diversivo del Metauro a beneficio del porto. E così succede sempre, dopo ogni caduta naturale, o artificiale più o meno forte.

Mi pare finalmente, che il degradamento successivo di mole dei materiali convogliati, e il limite generalmente costante a cui si fermano le ghiaie dei nostri torrenti, dimostrino chiaramente la legge naturale degli effetti permanenti, e della continuità che presiede a questi fenomeni, senza la quale l'aspetto del suolo muterebbe rapidissimamente, e in vece si mantiene lungamente il medesimo, quando non v'interviene l'opera efficace dell'uomo.

16. Ho presunta la portata invariabile; che se questa volesse credersi mutata, e cresciuta pel denudamento dei monti, converrebbe cercare nelle foglie, ne' rami, ne' tronchi degli arbusti, e degli alberi un freno alle pioggie dirotte; il quale se non si osserva nelle pianure quasi orizzontali, diverrebbe assai più difficile, anzi impossibile, da concepire lungo le spalle precipitose dei monti.

Le pioggie grosse di qualche durata cagionano piene quasi immediate negli scoli delle pianure che hanno la pendenza di sei a dieci centimetri per chilometro; come ho più volte veduto, e specialmente nel Luglio del 1843 sui piani del Ravennate. Erano le praterie, e i coltivati fitti di erbe, di grani, di canape, quando venne una pioggia dirotta di otto, o dieci ore, e fu pieno in un attimo e traboccante il recipiente principale di scolo, *la via cupa*; e traboccarono i secondarii, e i fossetti della campagna. Chi saprebbe immaginare una foresta montana più costipata d'impedimenti di quella pianura quasi orizzontale?

Sul finire del Giugno di quest'anno 1858, si rovesciò in 10, o 12 ore (due volte) tanta copia di pioggia, che due volte straboccarono nel Riminese furiosamente tutti i torrentelli delle colline, facendo dilamare le ripe alte, anco le alberate, e nel piano tutti i recipienti grandi o piccoli di scolo; di maniera che quasi tutte le pubbliche vie furono solcate da violenti trabocchi dei fossi laterali, alcuni ponticelli furono rovesciati, e nei campi abbattuti i foraggi, i grani, le canape. I monti ebbero acque leggiere, e i torrenti di alta origine, come la Marecchia, appena se ne risentirono. Effetti simili accadono da pertutto non di rado; onde stimo che non vi sia chi possa dubitarne.

17. Nelle pioggie dirotte le acque accumulate non trovano impedimento dagli alberi, massime sulle precipitose cadute dei monti, e neppure dagli steli più fitti delle pianure; si riducono ai luoghi bassi rapidamente, mosse dall'altezza del battente che si forma improvviso, anche sopra un piano orizzontale. E si noti che basta un battente di un centimetro a generare una velocità di circa mezzo metro per secondo (mi. 0 45 per 1"): e che ciò accade in poche ore nelle grosse pioggie delle nostre regioni; si consideri ancora che i fili d'acqua caduti obbliquamente sul terreno, generano nell'urto una componente paralella al piano, la quale aiuta il battente; onde in brevissimo tempo le acque scorrono rapide, e si riducono in folla alle parti più depresse, riempiendo e soverchiando i recipienti.

Ognuno avrà fatto sperimento, che sono ottimo riparo per qualche ora alle pioggie mediocri e brevi gli alberi ramosi e fogliosi, come le quercie e gli olmi; ma se la pioggia ingrossa e dura, discende dalle foglie, e dai rami tale copia di grossi rivoletti, o gocce continue, che per non avere la peggio conviene riprendere l'aperto.

18. Ho attraversato l'Appennino a Radicofani, alla Magione, a S. Giustino, a S. Godenzo, a Marradi, alle origini del Reno bolognese, alla Schieggia, a Col-fiorito, ed ho anche veduta molta estensione montuosa della Toscana, del Napolitano, dell'Umbria, e del Piceno.

Vi ho più volte osservato il degradamento delle ripe per

effetto dei diboscamenti; ho costantemente conosciuto, che eccetto alcuni spazi di lieve momento, divenuti nude rocce, in generale si era potuto sostituire alle antiche macchie l'aratorio e il prato, e non di rado anche l'olivo e le viti nelle falde più riparate e solatìe.

Mi sono trovato in tempo di grosse pioggie sotto selve assai folte ed intatte, e vi ho veduto le acque scendere precipitose a torrenti, e far pruova di rovesciare sulla via qualunque impedimento.

Percorrendo la marina dal Cesenatico ad Ancona vi ho trovati torrenti disarginati, che vi sboccano colla foce più o meno protratta; ma colle piene forse diminuite di altezza, non mai più alte delle antiche, delle quali nei cronisti municipali sono ricordi abbastanza sicuri della durata medesima delle odierne. Il che confermerebbe l'opinione di fisici assai riputati, che il clima Europeo non abbia mutato.

Quel famoso Tevere ha le sue piene maggiori, che durano dopo lunghe pioggie, come le antiche, e innondano una parte di Roma: ma da qualche secolo più basse, e di molto minore estensione.

Anche dell'Arno fino a Firenze può dirsi altrettanto.

19. Non pare da dubitarsi, guardando attentamente ai fatti, che ove non è intervenuta la mano dell'uomo ad alterare la forma del vaso (che la natura prepara lentamente proporzionato alla portata ordinaria) il corso de' fiumi si mantiene sensibilmente il medesimo per molte, e molte generazioni.

Perchè l'opera delle alluvioni è secolare, e mentre alza il fondo del bacino, serve ad incassare sempre più il corso delle acque per gli esiti naturali, e forse a profondarlo ancora. Onde si restringono le innondazioni, e le acque si accelerano entro gli alvei più incassati, e le piene toccano segni forse più bassi ora, che in antico.

Ciò deve intendersi entro limiti discreti; perchè il profondamento degli alvei non può essere indefinito, nè oltre una certa misura proporzionale all'ingrossamento del corpo d'acqua. Arrivata la scavazione del fondo all'ultima linea possibile, l'acqua che sopravviene serve unicamente ad innalzare la piena.

20. Quindi avviene che mentre l'inalveazione naturale serve a restringere gradatamente le gronde e ad accelerare lo sfogo delle acque senza sollevare la piena, l'arginamento gradatamente accresciuto di altezza ha fatto salire nelle pianure le acque a misure esorbitanti. E s' intende subito, perchè le piene del nostro Reno, che alla Chiusa di Casalecchio misuravano la stessa altezza e durata che ai nostri giorni, presso Cento sono ora di altezza più che doppia; come 11 : 24. Onde il Manfredi calcolava colle stesse regole che noi abbiamo la piena alla sezione di Malta di m.ⁱ c.ⁱ 336, e noi la troviamo ivi di m.ⁱ c.ⁱ 1000 per 1".

Ai tempi del Manfredi la piena si spandeva sopra e sotto l'antico arginamento; noi abbiamo impedite tutte le espansioni nelle valli, e l'abbiamo tutta quanta costretta a correre al mare in un angusto canale, senza che il profondamento del letto possa compensare l'influsso enormemente cresciuto. La piena del 1842 durata 22 ore fra il crescere e il calare, valutata 75 millioni di metri cubi, avrebbe alzato $^3/_4$ di metro un bacino di 100 chilometri quadrati, molto più limitato delle antiche espansioni e si alzò nell' alveo arginato oltre m.ⁱ 9. Così può raccogliersi dagli studii del Lombardini che la piena del Po nel 1839 durata 77 giorni, mentre nell' alveo arginato si alzò sulla massima magra a Lagoscuro m.ⁱ 8 58, si sarebbe alzata m.ⁱ 1 nel bacino tributario.

In questi fatti estremi così manifesti e che ricevono spiegazione non impugnabile dalla forma del vaso, chi saprebbe discernere l' effetto di una causa secondaria, come si suppone il diboscamento? E quando si ha sì pronta la cagione sufficiente, perchè cercarne altre?

21. La stessa mutazione della forma del vaso dà ragione delle magre diminuite, dell' accorciamento delle linee navigabili, delle più scarse irrigazioni, del cessato o più stentato esercizio degli opifici, ed anche delle polle naturali meno copiose in tutti i luoghi, ove furono artificialmente mutate le linee dei principali corsi d' acqua arginati, o con opere incessanti agevolati gli scoli delle campagne, e ridotti alle foci più basse, come è accaduto del Reno bolognese, e dei fiumi veneti divertiti dalle lagune, e per opera dei consorzi Idraulici dapertutto.

Conclusione.

22. Dalle quali considerazioni credo rimessamente potersi raccogliere:

I. Che la mutazione della forma del vaso mutando quella dell'acqua contenutavi, rende manifesta e sufficiente ragione della cresciuta altezza delle maggiori piene odierne de' nostri fiumi arginati a confronto dell'antica; non meno che dei gonfiamenti parziali o ventri, e delle depressioni che vi si osservano; e sono dagli ostacoli gli uni, le altre cagionate da agevolamenti, siano questi naturali o artificiali, al corso di esse piene.

II. Che non sembra poter tornare utile alla pratica l'andare in cerca di altre cagioni secondarie, le quali se vi fossero ancora, sarebbero troppo difficili da misurare, e certamente di effetto trascurabile a petto della primaria manifesta, e sufficiente.

III. Che sarebbe piuttosto da porre ogni studio per determinare *in quali circostanze, e fino a quanta altezza sia profittevole l'arginamento dei fiumi*, *onde impedire le inondazioni.*



SULLA TEMPERATURA DELL' ACQUA ALLO STATO SFEROIDALE; LETTERA DI G. MISSAGHI A *S. DE LUCA*.

Ho letto il di lei articolo, sull'ultimo fascicolo del *Nuovo Cimento*, intorno alla temperatura dell'acqua allo stato sferoidale, e le eleganti conseguenze che ne trae. Mi ha fatto molto piacere di leggere quell'articolo, mentre ho veduto dimostrata per lei un'idea che non mi era nuova; ma non avendo avuto il tempo di occuparmene un poco più estesamente, la trascurai. Quello che io aveva tentato su quel soggetto si riferisce alla

prima parte dell'articolo mentovato, cioè che la temperatura dell'acqua allo stato sferoidale può essere inferiore anche a 60°; e che questa temperatura è tanto più bassa, quanto più elevata è quella della cassula in cui si fa l'esperienza. Lo scopo mio era di significare il fatto, e d'indicare un mezzo per dimostrarlo sperimentalmente in lezione.

Ecco come aveva disposto una prima esperienza. Preparai una soluzione filtrata di albumina in due parti di acqua; facendo cadere alcune goccie di questa soluzione in un bicchiere d'acqua riscaldata a 70°; l'albumina si coagulava formando un albamento che si manifestava in leggiere striscie bianche in seno dell'acqua calda. Lo stesso fenomeno avveniva naturalmente riscaldando a quella temperatura alcune gocce della soluzione di albumina e versandole in acqua fredda; soltanto che invece di striscie, l'albamento si diffondeva subito e uniformemente nell'acqua. Riscaldata d'altra parte una cassulina di platino, quanto più si può con una lampada a doppia corrente ordinaria, vi lasciai cadere con una pipetta, ora una, ora due gocce di soluzione d'albumina: sulle prime non ottenni alcun risultato soddisfacente; ma in seguito con maneggio più destro, potei riversare lo sferoide in un bicchiere d'acqua fredda, e vedere l'albumina qualche volta in parte, altra volta interamente solubile e inalterata. La diversità dei risultati non proveniva tanto da difficoltà pratiche, quanto dal non arroventare convenientemente la cassula di platino. Infatti tutte le volte che voleva ottenere un risultato negativo, non aveva che a riscaldare poco la cassula; otteneva i migliori risultati arroventando la cassula quanto poteva.

Lo sferoide d'albumina appena formato perdeva alquanto della sua trasparenza per una pellicola, o reticella, che si formava esternamente, e che versato lo sferoide nell'acqua, essa pellicola vi galleggiava sopra, alcune volte unita, altre volte sguagliata dall'urto. La parte interna però era limpida, trasparentissima e si discioglieva perfettamente nell'acqua; la quale poi riscaldata convenientemente s'intorbidava pel coagularsi dell'albumina che teneva disciolta.

Che la temperatura interna dello sferoide sia tanto minore quanto più è elevata la temperatura della cassula in cui si fa

l'esperienza, è cosa evidente, mentre in quelle condizioni l'atmosfera di vapore che circonda lo sferoide si rinnova più rapidamente, ossia si fa più rapida l'evaporazione delle parti esterne dello sferoide, e cagiona un corrispondente abbassamento di temperatura nelle parti interne. Che l'evaporazione poi dello sferoide sia più rapida quanto più è elevata la temperatura del recipiente, lo dimostra la scomparsa più o meno rapida del medesimo, e secondo che il recipiente è più o meno riscaldato.

Sebbene i risultati non dubbii che ottenni mi autorizzassero di ripetere in lezione la stessa esperienza, pure non mi parve abbastanza semplice e facile per la mia scuola. E pensando a quale sostanza ricorrere in luogo dell'albumina, mi suggerì di tentare se col ghiaccio si poteva ottenere qualche risultato più appariscente; infatti mi corrispose benissimo, e si può mostrare con questo mezzo che, la temperatura interna dell'acqua allo stato sferoidale, non solo può discendere sotto a 60°, ma può essere anche di 0°. — Un pezzetto di ghiaccio (grosso come un bel cece) gettato nella cassula di platino rovente si fonde in parte, l'acqua prende lo stato sferoidale e nel suo centro vi rimane un pezzetto di ghiaccio, il cui spessore va via via diminuendo, e in proporzione più dalla parte superiore che non da quella rivolta verso il fondo della cassula sul quale sembra modellarsi; infatti versato lo sferoide su d'un piattino di porcellana, il pezzetto di ghiaccio si mostra liscio, regolarmente convesso dalla parte che era rivolta al fondo della cassula; la superficie opposta invece è spesso irregolare, qualche volta piana, raramente concava. Per potere osservare comodamente il pezzettino di ghiaccio, giova versare lo sferoide sopra un piattino raffreddato artificialmente, o almeno su carta assorbente; senza questa precauzione il pezzetto di ghiaccio si sformerebbe troppo presto, fondendosi nell'acqua calda che lo accompagna.

Alessandria, 4 Maggio 1860.



Continuazione e fine della Memoria: RICERCHE INTORNO AD ALCUNI PUNTI DI ELETTRO-FISIOLOGIA, DI ANTONIO CIMA.

In alcune disposizioni, la *corrente muscolare* si trova in circuito, ed allora l'esperienze fatte col gastronemio della rana, colla coscia sola di questo animale, colla sua estremità inferiore intiera ci hanno dimostrato che in tutti questi casi *la corrente di contrazione* è in direzione opposta alla *corrente muscolare* di quei muscoli intatti e di quella estremità intiera.

In altre disposizioni di queste esperienze, non vi è in circuito la *corrente muscolare*, in altre le due *correnti muscolari* dei due membri, organicamente uniti fra di loro si distruggono vicendevolmente, perchè percorrono il circuito del galvanometro in direzione opposta. Da ciò possiamo inferire che la presenza della *corrente muscolare* nel circuito non è assolutamente necessaria per la produzione della *corrente di contrazione*. Tuttavia l'esperienza ci dimostra costantemente che in questi casi la *corrente di contrazione* ha una direzione opposta a quella che avrebbe nei muscoli stessi nel loro stato di integrità la *corrente muscolare*, se questa *corrente muscolare* fosse in circolo. Ciò indica, che se la medesima non influisce sulla produzione della *corrente di contrazione*, pure questa è connessa a quella disposizione organica del muscolo, che rende questo tessuto atto a costituire un elettro-motore che dà una corrente nella solita direzione nello stato di sua integrità.

Questa conclusione viene appoggiata valevolmente, a parer mio, da questa esperienza del Matteucci (1) che ognuno può verificare. Se si dispone al modo solito a contatto dei due stoppini dell'apparato, tante volte adoperato, bagnati di soluzione di solfato di zinco, e nel circuito del galvanometro una coscia di rana, nella di cui parte superiore siasi fatto un piccolo taglio trasversale, chiudendo il circuito tra questo taglio e la parte inferiore della coscia stessa, si avrà una corrente che sarà in questa diretta dal taglio trasversale alla sua estremità inferiore,

(1) Matteucci, Lezione cit., pag. 84.

cioè una corrente in direzione opposta a quella che la coscia stessa presenterebbe se fosse intatta. Se in questo caso si tetanizza questa coscia, irritando nei modi soliti il nervo lombare che vi si distribuisce, e che supponiamo lasciato ad essa aderente ed isolato, si osserva che durante questo tetano la deviazione dell'ago cresce, al contrario di ciò che succederebbe, se la coscia fosse intiera e manifestasse la sua solita corrente *ascendente*.

In questa maniera di esperienza vi è nel circuito la *corrente muscolare*, tuttavia la *corrente di contrazione* non è contraria a questa nella direzione, ma è contraria a quella *corrente muscolare* che circolerebbe nel filo del galvanometro se il muscolo fosse intatto.

Sembrami dunque giusto quanto dissi, che la *corrente muscolare* non influisce per sè stessa sulla produzione del fenomeno della *corrente di contrazione*, ma che invece influisce sulla medesima quella disposizione organica del muscolo, per cui questo nello stato di sua integrità costituisce un elettro-motore particolare.

§ 13°. Le riferite sperienze praticate col muscolo gastronemio, colla coscia separata del ranocchio, e con ambe le estremità inferiori di questo animale, ne conducono intanto a stabilire:

1°. Che nell'atto della contrazione d'un muscolo messo nel circuito del galvanometro, nel caso che questo circuito sia stabilito in modo che quel muscolo dia segni della sua *corrente ordinaria*, l'ago dell'istrumento non solo torna a 0°, ma passa nell'altro quadrante, e ciò anche facendo uso del metodo di G. Regnauld per evitare le polarità secondarie.

2°. Che se il muscolo è tagliato e disposto in modo nel circuito, da dare una corrente inversa alla solita *corrente muscolare* che dà allorquando è intiero, allora nell'atto che esso si contrae, si vede crescere la deviazione dell'ago.

3°. Che allorquando il muscolo è intiero e disposto in guisa tale nel circuito del galvanometro, da non dare segni della sua *corrente*, cosicchè l'ago sia a 0°, al momento che questo muscolo si contrae, l'ago si vede muovere dallo 0°, indicando una corrente contraria alla solita corrente del muscolo stesso nello stato di sua intierezza.

§ 14°. Chiunque può riconoscere facilmente quanto sarebbe utile per i futuri progressi dell'*Elettro-fisiologia* poter generalizzare agli altri muscoli del ranocchio, ed ai muscoli degli altri animali tutti, ciò che si è osservato nel gastronemio e nella coscia intiera di quello animale relativamente alla direzione della *corrente di contrazione*.

Tre cose intanto nello stato attuale impedivano questa generalizzazione.

1°. La mancanza di altre sperienze fatte su quei muscoli del ranocchio, in cui la direzione della *corrente muscolare* fu riconosciuta *discendente*, cioè contraria a quella della corrente del gastronemio solo, e a quella dell'insieme dei muscoli della coscia.

2°. La mancanza d'esperienze fatte su altri animali, nei quali fosse bene stabilita la direzione, *ascendente* o *discendente*, della solita corrente dei muscoli intatti.

3°. La direzione della *corrente di contrazione* nel braccio dell'uomo vivo, nel quale essa corrente fu trovata *ascendente*, mentre nelle estremità inferiori del ranocchio la medesima, come si disse, è *discendente*.

Ora le esperienze che ho intrapreso su questo punto, tolsero, se mal non mi appongo, questi ostacoli; e quindi m'indussero a codesta generalizzazione, e a stabilire — che in tutti i muscoli, a qualunque animale appartengano, e in tutti i casi, la *corrente di contrazione* è in direzione contraria a quella della *corrente ordinaria* che questi muscoli manifestano in istato di riposo, allorchè sono intieri —.

§ 15°. La direzione *ascendente* della *corrente muscolare* nella coscia intiera del ranocchio è dovuta alla prevalenza della corrente *ascendente* del muscolo estensore crurale che occupa la parte anteriore laterale di questo membro. L'abduttore grande non manifesta nessuna corrente sensibile, allorchè si chiude il circuito fra le sue due estremità, mentre gli altri muscoli della coscia stessa manifestano una corrente *discendente*, come abbiamo già detto essere stato anche osservato da Dubois Reymond. Volli dietro ciò verificare quale sarebbe la direzione della *corrente di contrazione*, mettendo nel circuito del galvanometro quei soli muscoli di quella coscia in cui la corrente è *discen-*

dente. A tal fine esportai colla maggior cura possibile, senza ledere gli altri muscoli, l'estensor crurale in una rana preparata alla Galvani, e ridotta alle sole due coscie, tolsi uno dei nervi lombari, e chiusi nel circuito del galvanometro quella coscia in cui aveva lasciato il nervo intatto. L'altra coscia era fuori del circuito, come lo era anche, e bene isolato, il nervo della prima (*fig.* 13). Trovai primieramente che la *corrente muscolare* nella coscia C, così ridotta, era *discendente*, cioè diretta da *a* in *b* nella coscia stessa, come aveva verificato altre volte. Ottenuta la deviazione fissa al galvanometro da questa corrente eccitai per mezzo d'una pila molto debole, od anche per mezzo della solita pinzetta zinco-platino, il nervo *o c*, in modo da produrre in quei muscoli una contrazione tetanica, e trovai costantemente che, durante questa contrazione, l'ago del galvanometro scendeva a 0°, e passava quindi nel quadrante opposto.

Durante la contrazione adunque si produce in que' muscoli una corrente in direzione contraria alla solita *corrente muscolare*, e che è *ascendente*, essendo la *corrente muscolare*, *discendente* in quei muscoli.

Dunque non solo nel gastronemio e nel muscolo estensore crurale della coscia della rana, ma anche negli altri muscoli di questo animale, la *corrente di contrazione* è opposta in direzione alla solita *corrente dei muscoli* stessi.

§ 16°. Sapendo che nell'estremità inferiore del coniglio la *corrente muscolare* è *ascendente*, come nella rana, feci delle esperienze con questo animale per riconoscere, se in esso la *corrente di contrazione* era *discendente*. Avendo inoltre nel corso di queste ricerche riconosciuto, che nelle estremità inferiori del passero la *corrente muscolare* è *discendente*, sperimentai sul medesimo per verificare, se in questo caso la *corrente di contrazione* era *ascendente*.

Trattandosi di animali a sangue caldo, nei quali l'eccitabilità nervosa e l'irritabilità muscolare spariscono presto dopo la morte, presi il partito di sperimentare sui medesimi tuttora vivi, nonostante le grandi difficoltà che prevedevo già dovere incontrare volendo fare sperienze di questo genere, e non ostante la necessità in cui mi sarei messo di dover fare un numero molto grande di tentativi, per potermi formare un giusto criterio delle cose.

Tolta quindi la pelle ad una delle estremità posteriori di un coniglio vivo, misi allo scoperto il nervo ischiatico, e lo isolai nel miglior modo possibile, quale è quello di fare scorrere e fissare sotto il medesimo diverse striscie bene asciutte di seta cerata. Fissai i soliti recipienti dell' apparato, rappresentato nella *fig.* 2, ad una distanza reciproca tale, da poter chiudere il circuito mediante gli stoppini annessi ai medesimi, tra la parte inferiore e la parte superiore dei muscoli della gamba del coniglio. Questo animale è fortemente fissato su di una tavola in modo che quei due punti della sua gamba siano sempre a contatto con quei stoppini, che sono più lunghi dell' ordinario. Ottenuta la deviazione fissa al galvanometro dalla corrente *ascendente* della gamba, irrito per mezzo d'una debole corrente che rendo interrotta a piccolissimi intervalli, per mezzo di un'apposita ruota d'interruzione, il nervo ischiatico in modo da produrre nei muscoli sottoposti una contrazione tetanica. Durante questa contrazione, la primitiva deviazione dell' ago si vede diminuire in un modo sensibile. Tuttavia non potei mai ottenere di veder l'ago tornare a 0°, e molto meno passare nel quadrante opposto. Ciò è dovuto sicuramente alla difficoltà di mantenere sostenuta per lungo tempo la contrazione in quell'animale e alla rapidità grandissima con cui scema l'eccitabilità del nervo su cui si fa agire interrottamente quella corrente.

Per quanta cura poi si usi, onde fare in modo che nel contrarsi dell' animale non avvengano cambiamenti nei contatti, e quindi nel circuito, è raro che si possa prolungare per il tempo debito l' esperienza senza che succedano tali cambiamenti. Si è perciò che per potermi formare un criterio, e per potere stabilire, come stabilisco, che anche in questo caso vi è lo sviluppo di una *corrente di contrazione*, in direzione contraria alla solita direzione della *corrente muscolare*, che per altro, in vista delle circostanze accennate, non produce che una diminuzione solamente nella corrente stessa preesistente, durante il tempo che un muscolo si contrae, ho dovuto sacrificare quattro conigli, adoperando di tutti e quattro ambe le estremità posteriori.

Passo ora ad esporre i resultati ottenuti colla sola gamba di passero. — Operai con questo animale in modo identico a quello in cui operai col coniglio; se non che mi riescì più difficile spe-

alimentare col medesimo, inquantochè esso sopravvive di raro per un tempo sufficiente all'operazione necessaria per preparare il suo nervo ischiatico, e disporre le cose in guisa da potersi praticare l'esperienza, anche nel caso che si riesce a fare quell'operazione senza produrre un'abbondante emorragia. Inoltre nel passero, come generalmente negli uccelli, l'eccitabilità del nervo e l'irritabilità muscolare durano meno che nel coniglio, per cui l'esperienza non può protrarsi sufficientemente.

Quindi dopo molti inutili tentativi dovetti fare con questo animale un numero di esperienze molto maggiore che col coniglio per potere stabilire che nell'atto della contrazione si manifesta anche nel medesimo una corrente in direzione contraria alla solita corrente dei muscoli in riposo. Messa infatti nel circuito nel modo solito la sola gamba del passero, in maniera da aversi la corrente *discendente* della medesima, e facendola quindi contrarre irritandone il nervo per via della pinzetta zinco-platino, a piccoli e ripetuti intervalli, si vede che, durante la contrazione di quella gamba, l'ago del galvanometro si muove verso lo 0°, sebbene per le ragioni accennate, parlando di simili sperienze sul coniglio, non giunga mai fino a questo punto e molto meno a sorpassarlo.

§ 17°. L'altra questione che bisognava risolvere per generalizzare il fatto della direzione della *corrente di contrazione*, inversa alla *corrente muscolare* ordinaria, è quella che si riferisce ai risultati ottenuti da Dubois Reymond sperimentando sull'uomo vivo.

Quest'esperienza che venne comunicata la prima volta da Humboldt all'Accademia delle Scienze di Parigi nel Maggio del 1849 (1), consiste nel fissare alle due estremità del filo galvanometrico due lamine di platino, perfettamente omogenee, nell'immergerle in due bicchieri distinti contenenti acqua salata, nell'introdurre nei due bicchieri due dita corrispondenti delle due mani e nel far quindi contrarre fortemente una delle braccia, dopo che, bene inteso, sono scomparse quelle correnti di eterogeneità che si manifestano al primo chiudersi del circuito per l'immersione delle dita nei bicchieri. All'istante che il

(1) *Comptes rendus etc.* Maggio 1849.

braccio si contrae, si vede l'ago del galvanometro muoversi dallo 0°, indicando una corrente che nel braccio contratto sarebbe *ascendente*, cioè diretta dalla mano verso la spalla.

Questa deviazione poi che può giungere col galvanometro di 24 mila giri, e facendo uso di acqua salata, fino a 30°, varia secondo la forza muscolare dell'individuo che fa l'esperienza, secondo la maggiore o minor facilità che ha di mantenere fortemente contratto il braccio. Ripetendo molte volte di seguito l'esperienza, l'effetto galvanometrico diventa successivamente minore, dappoichè per le contrazioni ripetute e prolungate l'energia vitale dei muscoli va successivamente scemando. La deviazione dell'ago cambia di direzione allorchè si fa contrarre l'altro braccio, lasciando in riposo il primo, mentre facendo contrarre ambe le braccia contemporaneamente si ha d'ordinario una piccola deviazione in un senso o nell'altro; *ciò che proviene* dalla diversa forza di contrazione di questo o di quel braccio.

Se invece di adoperare acqua salata e lamine di platino, come fa Dubois Reymond, s'impiega soluzione satura di solfato di zinco e lamine di zinco amalgamato, i segni di corrente, con il solito galvanometro di 24 mila giri, sono più sensibili e più durevoli. Ciò che è dovuto, tanto alla mancanza di polarità secondarie, altre volte accennata, quanto alla maggior conducibilità di questo liquido relativamente a quella della soluzione di sal marino.

§ 18°. Questa esperienza considerata in sè stessa non è che d'un'importanza secondaria di fronte a quella praticata colla rana preparata e a cavalcioni dei due bicchieri contenenti un liquido conduttore (§ 9). Infatti, come dice lo stesso Dubois Reymond (1), non vi era che un passo a fare da quell'esperienza colla rana a quest'altra coll'uomo vivo. Nè vi era ragione per credere, che mentre la contrazione eccitata per via di tutti gli altri mezzi meccanici, chimici, termici, elettrici, si era riconosciuta capace di sviluppare una corrente sensibile al galvanometro, non fosse di ciò capace la contrazione prodotta dall'impero della volontà.

(1) *Nota* comunicata da Dubois Reymond all'Accad. delle Scienze di Parigi, nei *Comptes rendus etc.* 1850.

Non credo intanto necessario trattenermi a discorrere sulla varietà dei risultati ottenuti dai diversi Fisici, Buff, Bancalari, Cima, Zantedeschi, Despretz, Becquerel, ed altri che si occuparono a ripetere questa sperienza, nè delle molte precauzioni che bisogna usare perchè essa non conduca a conseguenze erronee; inquantochè queste precauzioni sono comuni a quella sperienza che si fa colla rana a cavalcioni dei due bicchieri, e a tutte in generale le esperienze di *Elettro-fisiologia*. Solo avvertirò che i risultati negativi o irregolari ottenuti da diversi sperimentatori devonsi ascrivere principalmente a ciò, che non tutti hanno adoperato un galvanometro sufficientemente sensibile. Avvertirò inoltre che se un maggior numero di obiezioni si possono fare, e si son fatte, contro la manifestazione elettrica nell'atto della contrazione volontaria dell'uomo, che contro quella che avviene nella contrazione prodotta artificialmente nella rana preparata, ciò deriva dacchè il modo di sperimentare che possiamo tenere con quest'ultima, è più semplice, più preciso di quello che possiamo adoperare introducendo nel circuito del galvanometro le due braccia d'un uomo vivo. Ciò deriva inoltre dacchè in questo caso la presenza della pelle, e specialmente dell'epidermide, rende più difficile il passaggio della corrente elettrica per le diverse parti del circuito, oltre che questo presenta una maggior resistenza per la sua maggior lunghezza.

Avvertirò finalmente che volendo ripetere questa esperienza, oltrechè è necessario adoperare un galvanometro di 24,000 giri, è utile servirsi di soluzione di solfato di zinco e di lamine di zinco amalgamato, invece di soluzione di sal marino e di lamine di platino, per le ragioni già accennate.

§. 19°. Il punto di vista sotto cui dobbiamo analizzare codesto risultato sperimentale, non è già riguardo allo sviluppo di elettricità per la contrazione prodotta dall' atto della volontà, ma riguardo alla direzione della *corrente di contrazione*, che in questo caso è *ascendente*, mentre nell' estremità inferiore della rana è *discendente*.

Una tale diversità non può dipendere che da una di queste due cose. O da che la *corrente muscolare* ordinaria, o meglio la risultante delle correnti ordinarie dei singoli muscoli del braccio dell' uomo ha una direzione *discendente*, oppure da che

la *corrente di contrazione* segue nell' uomo una legge diversa da quella cui è sottomessa negli altri animali. Questa seconda supposizione è evidentemente meno fondata della prima.

§ 20°. Questi dubbi intanto non potevano essere sciolti che per mezzo dell' esperienza; e però non potendo operare in altro modo, presi la determinazione di studiare la direzione della corrente nei diversi muscoli delle mie proprie braccia e nel braccio intiero in riposo, applicando i soliti stoppini in comunicazione col filo del galvanometro, ai diversi punti della pelle, corrispondenti alle estremità e alla lunghezza dei muscoli suddetti privati dell' epidermide per mezzo di piccoli vescicanti (mosche di Milano).

Essendo inutile togliere l' epidermide per una estensione molto grande, divisi una mosca di Milano in sei parti che ridussi in dischetti di 4 a 5 millimetri di diametro. Applicai due per volta questi dischetti nelle diverse regioni del braccio, corrispondenti ai muscoli superficiali del medesimo, e tolta l' epidermide, applicai alle parti così scoperte, e prima ripetutamente lavate, i due stoppini in comunicazione colle estremità del filo galvanometrico, facendo uso del solito metodo per evitare le polarità secondarie.

Ecco intanto i risultati ottenuti. Stabilisco le comunicazioni tra due punti appartenenti alle due estremità dei diversi muscoli superficiali dell' avambraccio destro in riposo, ed ho una corrente *discendente*, cioè diretta dal gomito verso la mano.

Questa corrente è debole, come in tutti gli altri casi che si riferiscono a queste esperienze, e non è che di 3 a 4°, col galvanometro di 24 mila giri, ma è costantemente nella stessa direzione; e la deviazione dell' ago del galvanometro che la indica, rimane fissa per lungo tempo. Ciò indica non esser dovuta quella corrente ad eterogeneità agenti sui punti di contatto. È poi facile intendere come quella corrente debba esser così debole, se si considera che col vescicante si toglie bensì l' epidermide, ma non la pelle col sottoposto tessuto cellulare, cosicchè possiamo ammettere che ove venisse messo del tutto allo scoperto un muscolo in un uomo vivo, la *corrente muscolare* sarebbe certamente più forte.

Ciò di cui mi sono pertanto potuto assicurare si è, che la

quei muscoli dell'avambraccio la corrente, nello stato di riposo, è *discendente*, cioè in contraria direzione alla *corrente muscolare* ordinaria dell'avambraccio e della gamba del ranocchio.

Ottenuta la deviazione fissa dalla *corrente muscolare* dei muscoli del mio avambraccio, misi questo rapidamente in contrazione per certo tempo. Vidi l'ago tornare indietro, sorpassare lo 0°, e fissarsi a 3° dall'altra parte del quadrante, indicando così una *corrente di contrazione, ascendente.*

Sperimentando in simil modo sui diversi muscoli del braccio ebbi uguali risultati. Le correnti dei muscoli in riposo sonosi mostrate sempre *discendenti,* e quelle dei muscoli in contrazione sempre *ascendenti*, sebbene in questi casi più deboli che nei muscoli dell'avambraccio, ciò che probabilmente deve attribuirsi alla maggior quantità di tessuto cellulare sottocutaneo che cuopre i muscoli del braccio.

Finalmente messo nel circuito il membro intiero, stabilendo le comunicazioni tra una porzione della superficie di esso prossima al corpo e un punto appartenente alla parte superiore del braccio, presso l'articolazione dell'omero colla clavicola e colla spalla, ebbi, tenendo il membro in riposo, una corrente più forte che nei casi precedenti, ma anche essa *discendente*, mentre facendolo contrarre fortemente, rapidamente e per un certo tempo, ebbi una corrente in senso inverso, ossia una corrente *ascendente*, anche più forte.

Abbiamo dunque, dietro queste esperienze, che nel braccio d'un uomo che si contrae per l'azione della volontà, la *corrente di contrazione* ha una direzione contraria alla direzione della risultante delle *correnti dei muscoli* del braccio stesso in istato di riposo.

§ 21°. Tutte l'esperienze fatte da Matteucci sulla *contrazione indotta*, adoperando la *rana galvanoscopica*, quelle praticate dal medesimo e da Dubois Reymond usando un galvanometro sensibilissimo, bastavano per dimostrare chiaramente il fatto della *corrente di contrazione.* Ma allorchè intrapresi gli studii necessarii per comporre questa Memoria, non si era ancora giunti a poter generalizzare la legge della direzione di questa corrente, inquantochè esistevano contro questa generalizzazione i tre ostacoli da me accennati al §. 14. di questo Capo. Risultando per

altro presentemente dalle mie esperienze, che non solo nel gastronemio della rana e nell' estensore crurale della coscia di questo animale, ma anche in altri muscoli del medesimo, la *corrente di contrazione* è in direzione contraria alla *solita corrente* del muscolo intatto e in riposo; risultando che lo stesso si verifica nei muscoli del coniglio e del passero; essendo finalmente provato che nel braccio dell' uomo vivo la direzione della *corrente di contrazione* è anche contraria a quella della *risultante delle correnti dei muscoli in riposo* che lo costituiscono, abbiamo degli argomenti sufficienti per poter generalizzare e ridurre ad un principio unico e semplice il fatto della *corrente di contrazione*, che potremo quindi comprendere in questa legge generale:

= La *corrente* che si manifesta in un muscolo mantenuto in uno stato *di contrazione*, è sempre in direzione contraria alla *corrente muscolare* che manifesta quel muscolo stesso in stato di riposo e nello stato di sua integrità =.

CAPO II.

Teoria dei fenomeni elettrici della contrazione muscolare.

§ 22°. La spiegazione più naturale, più coerente ai fatti osservati che si possa dare dei fenomeni elettrici che si manifestano nell' atto della contrazione muscolare, allorchè questi fatti vogliansi considerare in se stessi e senza viste teoriche preconcette, è quella che ne diede Matteucci, e che consiste nell' ammettere, che ad ogni moto istantaneo di contrazione vi è produzione di una scarica elettrica o di una corrente anche istantanea, in direzione contraria a quella della *corrente muscolare* ordinaria. Per una serie di moti di contrazione sostenuti in un muscolo, o per il tetano, che secondo ciò che si ammette presentemente, consiste in una successione di tanti moti contrattivi, separati fra di loro da un intervallo brevissimo, si avrà una continuazione non interrotta di quelle scariche elettriche o di quelle correnti istantanee dirette tutte nello stesso senso, e quindi una corrente continua.

Riflettendo poi alla natura diversa dei due mezzi reoscopici che si usano nelle ricerche di Elettro-fisiologia, il *galvanometro moltiplicatore* e la *rana galvanoscopica*, è facile intendere co-

me per avere la manifestazione della scarica elettrica o della corrente elettrica di contrazione allorchè si usa la *rana galvanoscopica*, basti che il muscolo si contragga una volta sola, mentre adoperando il galvanometro moltiplicatore anche il più sensibile, sia duopo di mantenere il muscolo in uno stato di contrazione permanente, o meglio apparentemente continua come avviene nel tetano. Infatti l'azione istantanea di uno stimolo qualunque, come sarebbe quella di una puntura sul nervo della *rana galvanoscopica*, basta per farla contrarre e quindi basterà anche l'azione istantanea d'una corrente elettrica. Il galvanometro invece, che è un istrumento molto adattato per indicare la presenza delle correnti continue, e quelle variazioni di intensità in una data corrente che sono di una certa durata, è insufficiente all'uopo allorquando si tratta di correnti, che durano un istante piccolissimo, ossia allorquando si tratta di correnti istantanee; cosicché la durata loro sia minore del tempo che si richiede perchè sia superata l'inerzia dell'ago. In questo caso il galvanometro il più sensibile non dà segno alcuno del passaggio di tali correnti per il suo filo.

§ 23°. Secondo Dubois Reymond per altro, la contrazione non produrrebbe veramente una scarica o una corrente elettrica, ma indebolirebbe invece e sospenderebbe la *corrente muscolare* preesistente nel muscolo in riposo. Per una contrazione sostenuta, come nel caso del tetano, si avrebbe ciò che egli dice *l'oscillazione o variazione negativa* della *corrente muscolare*, circolante per i muscoli stessi che si contraggono. Cosicchè la corrente che si ottiene in questo caso, non sarebbe dovuta ad una nuova forza elettro-motrice svegliata nel muscolo dalla contrazione, o che accompagna la produzione di questa, ma bensì sarebbe originata dalle polarità secondarie, prodotte sulle lamine di platino del filo del galvanometro, che entrano nel circuito, le quali daranno luogo ad una corrente secondaria, in direzione opposta a quella della *corrente muscolare* esistente già nel circuito, e prevalente su questa. Questo sarebbe il caso di un muscolo gastronemio chiuso nel circuito del galvanometro e fatto contrarre (1).

(1) Bence Jones. Opera cit., pag. 127. 154.

Allorchè si chiudono nel circuito le due braccia d' un uomo o le estremità inferiori di una rana, essendo tutto simmetrico da una parte e dall' altra nel circuito stesso, le risultanti delle *correnti muscolari* in un membro, come opposte in direzione, distruggeranno simili risultanti nell' altro membro, cosicchè l' ago resterà a 0°. Contraendo o tetanizzando uno dei membri, per esempio, il destro, la forza elettro-motrice muscolare diminuirebbe nel medesimo, cosicchè non essendovi più equilibrio fra quelle risultanti, predominerà quella del membro in riposo, e si avrà nel circuito una corrente nella direzione della *corrente muscolare* di questo membro.

Dietro questi principii, Dubois Reymond spiega il fatto della *contrazione indotta*, ammettendo che il nervo che si trova disteso sopra il *muscolo inducente* è percorso da una porzione della corrente del medesimo, cosicchè allorquando diminuisce il potere elettro-motore in quel muscolo nell'atto della contrazione, dovrà diminuire anche istantaneamente quella porzione di sua corrente che percorreva il nervo della *rana galvanoscopica*, nella quale dovrà quindi succedere la *contrazione indotta* (1).

§ 24°. Molte obiezioni si possono fare contro questa teoria di Dubois Reymond. E primieramente essa è fondata sopra un falso supposto, quale è quello che stabilirebbe come necessaria la presenza della *corrente muscolare*, per potersi avere la manifestazione di elettricità nell'atto della contrazione, mentre invece si può disporre l'esperienza in modo, come abbiamo già veduto, da non esservi nel circuito segno alcuno di corrente nel muscolo che quindi si fa contrarre. Dico supporrebbe necessaria la presenza della *corrente muscolare* nel circuito, perchè senza di ciò non si saprebbe che senso attribuire a ciò che egli chiama *variazione negativa* di questa corrente.

Anche nel caso che la corrente del muscolo che si fa contrarre si trovi in circuito, si presenta un'altra obiezione che certo non è sfuggita allo stesso Dubois Reymond, e che lo indusse a ricorrere alle polarità secondarie che si sviluppano nelle lamine in platino del filo galvanometrico per il passaggio stesso della *corrente muscolare*. La sola *variazione negativa* infatti

(1) Bence Jones. Opera cit., loc. cit.

della forza elettro-motrice preesistente nel muscolo, non potrebbe produrre altro che una diminuzione nella intensità della corrente, e quindi tutto al più, non potrebbe far altro che ricondurre l'ago del galvanometro allo 0°, ma non potrebbe spingerlo e fissarlo nel quadrante opposto. Ora quest'effetto si ha anche facendo uso del metodo di Regnauld in cui, come abbiamo già dimostrato, non vi è produzione di polarità secondarie, mentre se la spiegazione data da Dubois Reymond fosse vera, in questo caso l'ago, durante la contrazione del muscolo, potrebbe bensì tornare fino allo 0°, ma non potrebbe giammai indicare una corrente inversa alla corrente ordinaria del muscolo in riposo.

Un altro fatto di cui non si può dar ragione nella teoria della *variazione negativa* di Dubois Reymond, è quello che abbiamo citato al § 12°, e consistente in ciò che in alcuni casi vi è un aumento di deviazione nell'ago del galvanometro, durante la contrazione tetanica del muscolo, allorchè la *corrente muscolare* che si trova nel circuito del muscolo stesso avente un taglio trasversale, è contraria alla direzione della solita corrente di quel muscolo intatto e in riposo.

§ 25°. Riguardo poi a quell'altra modificazione della esperienza fatta nell'uomo e nella rana a cavalcioni dei due bicchieri, è chiaro come anche escludendo la presenza delle polarità secondarie, i risultati possano spiegarsi egualmente bene, tanto ammettendo che nella contrazione vi sia uno sviluppo di corrente elettrica nel membro contratto in direzione contraria alla sua *corrente muscolare* ordinaria, quanto ammettendo una *variazione negativa* in questa stessa corrente di quel membro. Essendo infatti nel circuito due *correnti muscolari* contrarie, per cui l'ago è a 0°, si può avere la deviazione dell'ago allorchè uno dei membri si contrae, sia che si sospenda l'azione della sua contraria corrente sull'altro membro, sia che in quel membro contratto si sviluppi una corrente in direzione contraria alla prima, e che si unisca nel suo effetto alla *corrente muscolare* dell'altro membro rimasto in riposo.

Parimenti si può spiegare partendo dall'una o dall'altra ipotesi, e sempre escludendo l'influenza delle polarità secondarie, il seguente fatto:

Si abbiano due coscie di rana unite organicamente fra di loro, e messe a contatto coi punti corrispondenti ai ginocchi, coi soliti stoppini di cotone in comunicazione colle estremità del filo del galvanometro. Si lascino all'una e all'altra delle due coscie i nervi lombari che si tengono isolati e fuori del circuito, sopra un pezzo di guttapercha (*fig.* 14). È raro il caso che la *corrente muscolare* sia uguale nell'una e nell'altra coscia, in modo che l'ago resti a 0°. Supponiamo che la coscia A abbia una corrente più forte in modo da aversi una deviazione nell'ago del galvanometro in favore della medesima. Quando l'ago è fisso ad un dato grado, irrito colla solita pinzetta zinco-platino, ad intervalli piccolissimi, il nervo *a*, che si distribuisce nella coscia A, Questa si contrae tetanicamente, ed allora ho una diminuzione di deviazione nell'ago, per tutto il tempo che dura questa contrazione. Se invece irrito il nervo *b* della coscia più debole B, in modo da avere l'effetto ora indicato, allora ho un aumento nella deviazione dell'ago, durante il tempo in cui questa coscia B si mantiene in contrazione.

Esclusa ogni influenza di polarità secondarie, questi effetti si possono spiegare, sia ammettendo che nell'atto della contrazione dell'una o dell'altra delle due coscie, la *corrente ordinaria muscolare* corrispondente soffra una *variazione negativa*, sia ammettendo che nell'atto stesso si sviluppi una corrente elettrica in direzione contraria alla direzione di quella *corrente muscolare*. Nel primo caso si direbbe che contraendosi la coscia prevalente A, diminuisce la sua *corrente muscolare*, per cui predomina allora la corrente ordinaria dell'altra coscia; e che contraendosi la coscia B, diminuisce la sua *corrente muscolare*, per cui la porzione di corrente della coscia A in riposo, dalla medesima distrutta, rientrerebbe in azione.

Nel secondo caso vi sarebbe un aumento di deviazione nell'ago del galvanometro, quando alla corrente prevalente della coscia A in riposo si aggiunge la *corrente di contrazione* della coscia B, e viceversa vi sarebbe diminuzione di deviazione nell'ago nel caso contrario.

§ 26°. Ora il solo mezzo che si può avere per risolvere tale questione, e per decidere in quale dei due indicati modi debbano spiegarsi questi fenomeni, si è quello di esaminare, se la

grandezza della deviazione dell'ago che si ottiene per la contrazione sostenuta di una delle braccia dell'uomo, sia tale da potersi attribuire solamente alla prevalenza della ordinaria *corrente muscolare* nel braccio non contratto, oppure se per produrre una tale deviazione si richieda l'aggiunta di una nuova forza. Ma sgraziatamente, non si potrebbe nello stato attuale della scienza, in questo genere di esperienze, adoperare un mezzo di misura così esatto e preciso, quale si richiederebbe, trattandosi specialmente di differenze molto piccole, per poter risolvere una tale questione. Non lasceremo per altro di notare come lo stesso Dubois Reymond non abbia creduto la prevalente *corrente muscolare* nel braccio non contratto, sufficiente per produrre quella deviazione dell'ago, mentre l'altro braccio si mantiene contratto. Quindi in questo caso ricorse alla presenza di certe correnti (sicuramente di semplice eterogeneità) che si stabiliscono tra diversi punti della pelle, correnti che per altro non potrebbero avere influenza alcuna a motivo della simmetria delle parti che entrano nel circuito in quella sua esperienza sull'uomo vivo; che non avrebbero luogo allorquando i punti della pelle messi nel circuito fossero sprovvisti dell'epidermide; che non potrebbero essere messe in campo nel caso che si sperimenta colla rana scorticata a cavalcioni dei due bicchieri, o colle sole coscie di questo animale organicamente unite fra di loro.

Del resto vista la analogia dei risultati, dimostrato come nella contrazione del gastronemio e degli altri muscoli del ranocchio e degli altri animali vi è uno sviluppo di una corrente elettrica in direzione contraria alla direzione della corrente ordinaria in quei muscoli intatti e in riposo (§ 13-16), dimostrato che si ha lo stesso risultato in un braccio solo di un uomo come risulta dalle mie esperienze (§ 20), non sarebbe filosofico dare una spiegazione speciale a quella modificazione dell'esperimento fatto con ambe le braccia dell'uomo o colle due estremità inferiori di una rana a cavalcioni su i due bicchieri, anche quando questa spiegazione speciale fosse ragionevole.

§ 27°. Volendo poi applicare quella teoria della *variazione negativa* della *corrente muscolare* al caso della *contrazione indotta*, ci si presentano altre difficoltà.

Secondo questa teoria, allorchè il nervo della *rana galvanoscopica* è posato sopra un muscolo, esso è percorso da una porzione della corrente di questo. Allorchè il muscolo si contrae e quindi succede in esso una *variazione negativa* della sua corrente, la *rana galvanoscopica* deve anche contrarsi, perchè diminuisce la quantità di elettricità che circolava per il suo nervo. Ma anche in questo caso si suppone preesistente la presenza della *corrente muscolare*, ciò che non è in tutte le disposizioni dello esperimento. Infatti anco ammettendo, secondo le viste teoriche di Dubois Reymond, che nel muscolo in riposo esistano tante correnti parziali, quante sono le particelle del muscolo stesso, queste correnti, come nei corpi magnetici ma non magnetizzati, avrebbero un numero infinito di direzioni, talchè non darebbero luogo, come in questi corpi, ad una risultante unica. Solo col chiudere convenientemente il circuito del muscolo si regolarizzerebbero quelle correnti, nella guisa stessa che per la calamitazione si regolarizzano le correnti nei corpi magnetici. Quindi nel caso fondamentale della *contrazione indotta*, in cui una estremità inferiore di ranocchio è disposta su di un piano isolante, e sui muscoli di questa estremità si distende il nervo della *rana galvanoscopica*, bene isolata, non possiamo ammettere la esistenza d'una corrente elettrica circolante, nè per il muscolo, nè per il nervo.

Posto anco esistesse questa corrente circolante per il muscolo, vi sono certe disposizioni della esperienza in cui non potrebbe passare nessuna porzione della medesima per il nervo, o passandovi non potrebbe colla sua *variazione negativa* far contrarre la *rana galvanoscopica*. Si ottiene infatti la *contrazione indotta* disponendo il nervo della *rana galvanoscopica* in mille modi diversi sul *muscolo inducente*. Si ottiene essa *contrazione indotta* allorchè il nervo di quella *rana* tocca solo per pochi punti quel muscolo, senza formare circuito, nel qual caso non possiamo ammettere che una porzione della corrente del *muscolo inducente* circoli per il nervo della *rana galvanoscopica*. Ed allorquando questa è vivace, si hanno in essa le *contrazioni indotte*, anche nel caso che il suo nervo non si trovi che a contatto delle dita della estremità inferiore della rana galvanica che si fa contrarre.

Si ottengono inoltre le *contrazioni indotte*, interponendo uno strato sottile di trementina tra il muscolo che si contrae e il nervo della *rana galvanoscopica*, nel qual caso è impossibile ammettere che una porzione della corrente del *muscolo inducente* passi per quel nervo. Si hanno le *contrazioni indotte*, allorchè il nervo della *rana galvanoscopica* è disposto in una direzione perpendicolare alla direzione delle fibre del *muscolo inducente*, e quindi della corrente di questo muscolo, se essa si trovasse in circuito, nel qual caso il nervo non potrebbe nell'atto della *variazione negativa* di questa corrente produrre la contrazione del muscolo in cui si distribuisce, mentre si sa, che un nervo eccitato da una corrente elettrica in direzione trasversale alla sua lunghezza, non produce la contrazione nei muscoli sottoposti.

§. 28.° Mentre intanto tutte queste circostanze riguardanti la *contrazione indotta*, non possono spiegarsi ammettendo che la medesima sia prodotta dalla *variazione negativa* della corrente del *muscolo inducente*, si spiegano invece nel modo il più semplice e naturale ammettendo che nell'atto della contrazione di questo muscolo vi è una scarica elettrica, o una corrente istantanea, la quale agisce secondo le solite leggi sul nervo della *rana galvanoscopica*, e quindi la fa contrarre.

Ammesso ciò, non si trova più nessuna difficoltà a concepire come la *contrazione indotta* possa succedere, qualunque sia il modo in cui il nervo della *rana galvanoscopica* è disposto sul *muscolo inducente*. Infatti se si richiedono certe disposizioni particolari perchè una porzione della corrente del *muscolo inducente* circoli per il nervo della *rana galvanoscopica*, è invece indifferente la posizione di questo nervo su quel muscolo acciò il medesimo possa sentire l'effetto della scarica prodotta da una corrente istantanea nell'atto in cui il *muscolo inducente* si contrae. Si spiega anche, ammesso lo stesso principio, come possa avvenire la *contrazione indotta* allorchè tra il *muscolo inducente* e il nervo della *rana galvanoscopica* si interpone uno strato sottile di trementina; inquantochè l'interposizione di quella sostanza coibente non impedisce che il nervo della rana senta l'azione d'una debolissima scarica di una piccola bottiglia di Leyda, mentre da altra parte impedirebbe il passaggio d'una

porzione della corrente del *muscolo inducente* per il nervo della rana stessa. Dimodochè alle osservazioni contro la esistenza della *variazione negativa* della *corrente muscolare*, ammessa da Dubois Reymond come cagione della *corrente di contrazione* e della *contrazione indotta*, bisogna aggiungere le prove positive che dimostrano la produzione delle scariche elettriche, e quindi della corrente elettrica, nell'atto della contrazione muscolare.

§ 29°. Del resto l'analogia d'origine tra i fenomeni della *contrazione indotta*, tra quelli manifestati da un muscolo che si contrae posto nel circuito del galvanometro, e tra quelli che si osservano facendo l'esperienza con ambe le braccia dell'uomo vivo, o con ambe le estremità inferiori della rana galvanica, o anche della rana in stàto di vita, è tale che, nonostante alcune differenze che li distinguono, e che dipendono dalle circostanze stesse dell'esperienza, devono essere compresi sotto lo stesso principio comune, che si può formulare in queste parole:

= Allorquando succede un moto contrattivo in un muscolo, avviene una scarica elettrica, o una corrente elettrica istantanea in direzione contraria alla direzione della corrente ordinaria del muscolo stesso in stato di riposo, e nello stato di sua integrità, sia che questa corrente si trovi in circuito o no. Allorquando succede una serie sostenuta di detti moti contrattivi, in modo da aversi una contrazione permanente o tetanica, durante qualche tempo nel muscolo, si ha una corrente non più istantanea ma continua, ossia si ha una serie di scariche o di correnti istantanee, tutte dirette nel senso sopraccennato =.

§ 30°. Si potrebbe ora chiedere come e perchè succeda questa scarica elettrica nell'atto della contrazione di un muscolo. Ma a questa domanda non si potrà giammai rispondere adequatamente senza che si conosca la vera forma e la natura dell'elettro-motore muscolare, e senza che si sappia specificare quale fra le diverse azioni chimiche che avvengono negli atti organico-vitali del muscolo in riposo, dia veramente luogo alla produzione della *corrente muscolare*. Tuttavia partendo dalla mia ipotesi sulla forma di quell' elettro-motore, esposta al Ca-

po terzo della prima Parte di questo scritto, e partendo da qualche fatto bene stabilito, ci si presenta una maniera, forse non irragionevole, di concepire il fatto della scarica e della corrente elettrica che si manifesta nell'atto della contrazione muscolare.

In quella specie di pila colla quale ho figurato la fibra muscolare, e che in qualche modo mi dà ragione delle leggi della sua corrente, vi è una azione chimica tra il liquido che bagna la borsa di cotone e l'orlo dei dischetti in questa contenuti. Quell'involucro esterno formato da una lamina sottile di sostanza conduttrice non attaccabile chimicamente da quel liquido, mi rappresenta il sarcolema e l'insieme dei sottilissimi reticoli formati dalle ultime estremità dei vasi sanguinei e quelle sottilissime ramificazioni e plessi di sostanza nervosa che avvolgono le fibre muscolari. Supposti attaccabili chimicamente dal liquido i dischetti, e non attaccabile quell'involucro conduttore, abbiamo veduto quale era la direzione della corrente in quella specie di pila, e l'abbiamo riconosciuta identica a quella che si manifesta in un muscolo in cui una delle estremità appartenga alla sua sezione trasversale, sia naturale, sia artificiale.

Supponiamo ora che cambi la natura di quel liquido che bagna la borsa, in modo che esso eserciti un'azione chimica non più sugli orli dei dischetti, ma bensì su quell'involucro metallico esterno, ed allora è chiaro come la corrente dovrà invertirsi, come invece di passare nell'arco esterno dalla superficie metallica dell'involucro al dischetto estremo della serie, deve invece passarvi da questo a quello.

Ora qualche cosa di simil genere, qualche cosa d'analogo a quel supposto cambiamento di azione chimica di quel liquido, può succedere in un muscolo che si contrae. Infatti sappiamo che nell'atto della contrazione, il muscolo sviluppa una certa quantità d'acido carbonico e assorbe una certa quantità d'ossigeno; per la contrazione avviene un esaurimento di forza nervosa e di forza muscolare. Tali fenomeni ne accennano ad un cambiamento chimico, che avviene nella fibra muscolare che si contrae, ad un cambiamento negli atti nutritivi del muscolo. Questi cambiamenti avverranno di certo nelle estremità capillari dei vasi che sono, come si sa dall'anatomia, intima-

mente connessi alle più sottili ramificazioni nervose, dove per esprimermi colle parole di Longet, tendono a confondersi il sangue e i tessuti nei quali esso si distribuisce, dove non vi è più limite tra il liquido organizzatore e i suoi prodotti (1). Intanto che questo liquido organizzatore, il sangue, soffra un cambiamento chimico nell'atto della contrazione, ce lo dimostra quel fatto della produzione dell'acido carbonico; e che questo liquido così modificato debba esercitare sulle diverse parti con cui è intimamente a contatto, cioè la fibra muscolare da una parte, il sarcolema, le fibre nervose e i vasi capillari stessi che lo contengono dall'altra, un'azione chimica diversa da quella che esercitava allorchè il muscolo era in riposo, è una supposizione che a niuno parrà assurda. La manifestazione dunque d'una corrente elettrica nell'atto della contrazione muscolare, in direzione contraria alla solita corrente del muscolo in *riposo*, ossia in altri termini, l'inversione di questa corrente in un muscolo in stato di contrazione, potrebbe dipendere dai cambiamenti chimici che avvengono in un muscolo allorchè si contrae.

Chiunque potrà facilmente riconoscere quanto sia vaga questa mia ipotesi sulla cagione dello sviluppo di elettricità nell'atto della contrazione muscolare; nè io pretendo dare alla medesima maggior valore di quello che può realmente meritare. Tuttavia in fatto di ipotesi intorno a fenomeni così oscuri, quali sono quelli della produzione di elettricità negli animali, che sono in rapporto intimo cogli atti nutritivi che avvengono negli organi dei medesimi, credo che quelle le quali, come la ora esposta, sono basate su fatti certi dedotti dalla esperienza, debbano preferirsi a tante altre fondate su supposizioni gratuite, e che alla fin fine non si riducono che ad esporre i fatti che si vogliono spiegare, in altre parole diverse dalle ordinarie.

(1) Longet. Opera cit., Tom. cit., pag. 60.

PARTE TERZA

Dei fenomeni Elettro-nervosi.

CAPO I.

Corrente elettro-nervosa.

§ 1°. Dubois Reymond dietro un gran numero di esperienze ha potuto stabilire, che allorquando si chiude col filo del galvanometro il circuito tra la sezione trasversale e la sezione longitudinale di un nervo, si ha una corrente, debole sì, comparativamente a quella che in simili condizioni si ottiene nei muscoli, ma tuttavia sensibile, diretta nel filo moltiplicatore dalla superficie esterna alla sezione trasversale del nervo stesso (1).

Basta per dimostrare che la cagione di una tale corrente sta nelle condizioni organiche del nervo il considerare, che il medesimo non manifesta quella corrente, che durante il tempo che si mantiene atto ad eccitare le contrazioni muscolari o a trasmattere al cervello le impressioni ricevute.

La *corrente nervosa* è intanto compresa sotto la legge generale che comprende la *corrente muscolare*, per riguardo alla sua direzione. Bensì, siccome i nervi non hanno sezione trasversale naturale come i muscoli, così per aversi la corrente è necessario in tutti i casi praticare una sezione trasversale artificiale nei medesimi.

§ 2°. La *corrente elettro-nervosa* è debole e di poca durata, come vedremo in seguito; e però è duopo servirsi in queste ricerche del galvanometro di 24000 giri. Tuttavia usando il metodo che ho già adoperato in tutte queste ricerche, con cui si evitano le polarità secondarie, ho potuto ottenere segni di corrente al galvanometro suddetto più sensibili e più durevoli di quelli ottenuti da Dubois Reymond. Il metodo generale

(1) Bence Jones. Opera cit., pag. 164. e seg.

di sperimentare consiste nel disporre un nervo sopra una linguetta triangolare di lamina di guttapercha, in modo che una delle sue estremità sporga appena dallo spigolo di quella lamina, mentre l'altra estremità si ripiega in basso e resta aderente alla faccia inferiore della medesima, come si vede nella *fig.* 15, in cui *ab* rappresenta il taglio verticale della linguetta di guttapercha, supposta orizzontale, e *doc* rappresenta il nervo. In questo modo posso mettere facilmente a contatto delle estremità dei soliti pacchetti o delli stoppini di cotone in comunicazione colle estremità del filo del galvanometro, il taglio trasversale *d* del nervo e un punto *o*, appartenente alla superficie esterna naturale del medesimo.

È facile intendere come debba disporsi il nervo, e come debba operarsi, allorchè si vuole stabilire il circuito tra due sezioni trasversali, o due punti appartenenti alla superficie esterna del medesimo.

§ 3°. Operando intanto con nervi di rana, di coniglio, di cane, di piccione, ho verificato un gran numero di volte:

1°. Che si ha una corrente elettrica, diretta nel nervo dal suo taglio trasversale alla sua superficie esterna, allorchè si chiude il circuito fra queste due parti;

2°. Che si osserva qualche volta una corrente, ma molto debole comparativamente a quella che si ha nel caso precedente, allorchè si chiude il circuito tra due sezioni trasversali del nervo;

3°. Che non vi è segno sensibile di corrente, allorchè si stabilisce il circuito tra due punti appartenenti alla superficie esterna naturale del nervo stesso;

4°. Che si ha una corrente diretta dalla superficie esterna *a* (*fig.* 16) alle due superficie di sezione *b*, *b'*, nel filo del galvanometro, chiudendo nel circuito del medesimo il nervo ripiegato sopra sè stesso, come è rappresentato nella figura;

5°. Che non vi è differenza alcuna riguardo a ciò che si riferisce ai numeri precedenti, per i nervi motori, sensitivi e misti; vale a dire che queste tre classi di nervi obbediscono ugualmente alle leggi precedenti;

6°. Che non vi è differenza alcuna riguardo alla legge esposta al numero primo, sia che il taglio trasversale appar-

lenga alla porzione centrifuga, oppure alla porzione centrale del nervo, tanto nel caso di nervi motori, che di nervi sensitivi o di nervi misti;

7°. Che si ha una corrente, diretta anche nel filo del galvanometro dalla superficie esterna del midollo spinale alla sua superficie di sezione trasversale, e dalla superficie naturale del cervello ad una qualunque superficie artificiale fatta in esso col taglio;

8°. Che sperimentando su pezzi diversi di nervo si verificano le leggi che si sono verificate nei muscoli riguardo alla forza elettro-motrice, dipendentemente dalla lunghezza e dalla grossezza o estensione della sezione trasversale, e che abbiamo esposto al § 18 della Prima Parte.

La maggior parte di questi risultati, da me ottenuti dietro ripetute esperienze, sono identici a quelli trovati per la prima volta da Dubois Reymond (1).

§ 4°. Si possono costruire pile di nervi in un modo analogo alle pile dei muscoli. Nella *fig.* 17 è rappresentata una di queste pile, disposta sopra la solita lamina di guttapercha, e che non credo necessario trattenermi a descrivere. I poli di questa pila sono in *a* e in *b*.

Operando con tali pile, ho potuto verificare come la forza elettro-motrice dei nervi aumenti col numero degli elementi, ossia col numero dei pezzetti di nervo formanti la catena elettro-motrice.

È utile servirsi di queste pile, tanto per verificare questo fatto dell'aumento della forza elettro-motrice nervosa, fatto che è una delle prove più convincenti dell'origine intrinseca ai nervi della forza stessa; come anche per potere avere segni sensibili di *corrente nervosa* al galvanometro, ove questo non sia di 24 mila giri, ed ove non si faccia uso del metodo di Regnauld col quale, oltre evitarsi le polarità secondarie, si ha un circuito più conduttore.

§ 5°. L'esperienze sulla *corrente elettro-nervosa*, nella generalità dei casi, sono state fatte da Dubois Reymond sopra nervi distaccati dall'animale vivo o recentemente ucciso. Tut-

(1) Bence Jones. Opera cit., pag. 164. 173.

tavia credo che per poter trarre qualche conseguenza intorno allo stato elettrico del sistema nervoso, sia utile, anzi necessario, operare su una porzione di questo sistema tuttora unito all' animale, e per quanto è possibile sul medesimo in un animale vivente. Si è perciò che ho adoperato il seguente metodo di sperimentare, che consiste nel mettere nel circuito del nervo della *rana galvanoscopica*, o nel circuito del galvanometro una parte del sistema nervoso organicamente unito alle altre parti dell' animale, o il sistema nervoso intiero in un animale vivo.

Prima d'intraprendere queste esperienze mi conveniva per altro assicurarmi, se la *corrente nervosa* si manifestava a traverso il midollo spinale. Perciò disposi nel circuito del galvanometro, sempre al modo solito, i due nervi lombari di un ranocchio uniti organicamente ad una porzione più o meno lunga di midollo spinale, stabilendo le comunicazioni tra il taglio trasversale *a* d'uno di quei nervi A, e la superficie esterna *b* dell' altro nervo B (*fig.* 18). Trovai che si manifestava in questa disposizione della esperienza la solita corrente, diretta a traverso il midollo spinale dalla superficie di sezione *a* alla superficie esterna *b* di quei nervi.

Assicuratomi di ciò presi a fare le seguenti esperienze:

Preparo una rana alla Galvani, sia togliendole la pelle delle estremità inferiori, sia lasciando questa aderente alle medesime. Tronco uno dei fasci nervosi lombari che distendo sopra una lamina di guttaperca bene asciutta, sulla quale è anco disteso l' altro fascio nervoso lombare intatto (*fig.* 19). Chiudo il circuito tra il taglio trasversale *a* di quei nervi e la superficie esterna *b* degli altri rimasti intatti, per mezzo del nervo della *rana galvanoscopica*, coll' avvertenza che questo nervo sia a contatto di quei due, con due punti appartenenti alla sua superficie esterna. Se la *rana galvanoscopica* è sufficientemente vivace, manifesta una contrazione o al chiudere o all' aprire il circuito, secondo la nota legge della corrente diretta o inversa, in modo da non restare dubbio alcuno che la corrente in quella porzione di sistema nervoso appartenente alla rana galvanica è diretta nel nervo della *rana galvanoscopica* dalla superficie esterna *b* del fascio lombare *n* alla sezione trasversale *a* dell' altro fascio lombare *m*.

Chiudendo il circuito col nervo della *rana galvanoscopica* colle accennate precauzioni, tra due punti appartenenti alla superficie esterna dei due fasci nervosi *m, n*, la *rana galvanoscopica* non si contrae giammai. Ciò dimostra che i segni di corrente così ottenuti non dipendono dalla corrente dei muscoli in cui si distribuiscono quei fasci nervosi. Se ciò fosse infatti, si avrebbero le contrazioni della *rana galvanoscopica*, qualunque fossero i punti toccati dei due fasci lombari *m, n* e messi nel circuito del suo nervo.

Ho fatto questa esperienza anche adoperando il galvanometro, cioè chiudendo il circuito al modo solito tra la sezione *a* e la superficie esterna *b* di quella porzione del sistema nervoso della rana galvanica, ed ho avuto la deviazione dell'ago costantemente nella solita direzione. Questa deviazione era debole, ma più durevole mantenendo il circuito chiuso, che nel caso che adoperavo dei nervi separati dall'animale.

§ 6°. Faccio quest'altra esperienza colla rana viva. Fisso fortemente una rana sopra un piano isolante nella sua posizione naturale (*fig.* 20), faccio nella regione lombare due tagli longitudinali fra di loro paralelli e metto allo scoperto i due nervi lombari, al disotto dei quali fo scorrere una striscia di taffettà gommato, procurando di rendere questa operazione possibilmente meno cruenta. Tronco quindi uno dei nervi suddetti, in alcuni casi in modo da lasciarlo aderente alle estremità inferiori, in altri alla parte superiore dell'animale. Spostato alquanto e piegato questo nervo, stabilisco la comunicazione tra il suo taglio trasversale *a* e la superficie esterna *b* dell'altro rimasto intatto, mediante il nervo della *rana galvanoscopica*, colle precauzioni suindicate. Anche in questo caso ottengo la stessa manifestazione della *corrente elettro-nervosa*, nella solita direzione, per mezzo delle contrazioni della *rana galvanoscopica*.

In altri casi ho variato questa esperienza sulla rana viva, preparata e disposta nel modo accennato, nella maniera seguente. Metto allo scoperto ed isolo perfettamente uno solamente dei nervi lombari per tutta la sua porzione che s'insinua nella coscia, fin presso all'articolazione del ginocchio, mediante una sottile lamina di guttaperca bene asciutta. Tronco a metà cir-

ca questo lungo nervo, ed ho così due tagli trasversali che allontano l'uno dall'altro sufficientemente. Chiudo allora il circuito tra il taglio trasversale della porzione superiore di quel nervo e la superficie esterna della sua porzione inferiore, o viceversa mediante il nervo della *rana galvanoscopica*; e le contrazioni da questa manifestate, ora al chiudere ora all'aprire del circuito, mi accennano il passaggio di una corrente elettrica diretta nel suo nervo dalla superficie esterna alla superficie di sezione del sistema nervoso di quella rana viva.

Chiudendo il circuito tra i due tagli trasversali o le due superficie esterne di quelle due porzioni del nervo isolato in quella rana viva, la *rana galvanoscopica* non mi dà indizio alcuno di passaggio di corrente per il suo nervo.

Con questa nuova disposizione della esperienza ho potuto anche servirmi del galvanometro. A tal fine lego la rana viva ad una lunga traversa isolante, preparo il nervo lombare come nel caso precedente, lo tronco, e disposta la rana col ventre in su (*Tav. II fig.* 21.), ho i due tronchi di nervo penzoloni che posso far venire comodamente a contatto dei due soliti stoppini in comunicazione col filo del galvanometro, potendo quella traversa A B scorrere sopra due sostegni verticali M, N, e fissarsi ad un'altezza conveniente. I resultati ottenuti chiudendo il circuito del galvanometro tra la superficie di sezione *a* del nervo *m*, e la superficie esterna *b* del nervo *n*, coincidono con quelli datimi dalla *rana galvanoscopica*.

§ 7°. Dalle esperienze riferite nei paragrafi precedenti ho potuto intanto conchiudere:

1.° Che la forza elettro-motrice nervosa dura più a lungo nella rana viva che nella rana preparata alla Galvani, e per conseguenza già morta, e nei pezzi di nervo distaccati dall'animale;

2°. Che la direzione della corrente dei nervi nella rana galvanica e nella rana viva è sempre la stessa, inquantochè essa corrente è sempre diretta nel nervo della *rana galvanoscopica* o nel filo del galvanometro, dalla superficie del nervo lombare intatto al taglio trasversale dell'altro nervo, tanto che questo secondo nervo sia troncato nella sua parte inferiore, cosicchè resti in comunicazione colle parti superiori della ra-

na, tanto che il medesimo sia troncato nella sua parte superiore, in modo da restare aderente alla estremità inferiore dell'animale;

3.° Che in tutti questi casi i segni di corrente ottenuti sono dovuti ad una porzione almeno del sistema nervoso che entra nel circuito, non già ai muscoli nei quali si distribuiscono quei tronchi nervosi messi in circuito.

§ 8. La facoltà elettro-motrice dei nervi è molto minore che nei muscoli appartenenti ad uno stesso animale, dura pochissimo dopo la morte, e dura meno che simile facoltà nei muscoli stessi.

Ho fatto a questo proposito molte esperienze su conigli e su rane. Distacco in un coniglio vivente uno dei più grossi nervi del plesso brachiale, ed ho una corrente di 35°, mettendo in circuito il taglio del nervo colla sua superficie esterna, diretta sempre nel filo del galvanometro da questa superficie a quel taglio. Ma dopo pochi minuti la deviazione dell'ago diminuisce sensibilmente, e questo torna a 0°. Il che, come abbiamo veduto avvenire col metodo che ho costantemente adoperato, non può attribuirsi alle polarità secondarie.

Taglio un altro nervo sullo stesso plesso brachiale del medesimo coniglio, appena morto, e ripetendo l'esperienza trovo, che questo nuovo pezzo di nervo non mi dà segno alcuno di corrente.

La durata quindi della forza elettro-motrice dei nervi è brevissima, e minore di quella della forza elettro-motrice dei muscoli, inquantochè dopo fatte quelle due prime sperienze avendo distaccato un muscolo delle estremità superiori dello stesso coniglio, uno di quei muscoli in cui per l'appunto si distribuivano quei nervi stessi di cui mi era precedentemente servito, trovai che il medesimo mi dava tuttora una corrente assai sensibile, che per altro fu di breve durata, come lo è la *corrente muscolare* degli animali a sangue caldo.

§ 9°. Ho adoperato il metodo della opposizione per misurare la differenza tra il potere elettro-motore dei nervi e dei muscoli. Ma siccome la forza elettro-motrice dei muscoli è molto superiore a quella dei nervi, così non si potrebbero sperare risultati soddisfacenti opponendo un muscolo ad un nervo so-

lo; e però bisognava per la determinazione del potere elettro-motore relativo di questi due tessuti, ricorrere all'artificio delle pile, contrapponendo ad un muscolo solo una pila formata di un certo numero di pezzi di nervo.

Prima di esporre i risultati ottenuti, m'interessa far notare esser cosa difficile poter determinare esattamente il detto rapporto fra i due poteri elettro-motori dei muscoli e dei nervi, a motivo della facile alterabilità di questi ultimi. Per quanta cura si abbia di preparare rapidamente varii pezzi di nervi e di disporli in pila, succede spesso che il tempo che s'impiega in tale preparazione è più lungo di quello della durata della forza elettro-motrice dei medesimi, specialmente se si operi con nervi di animali a sangue caldo; per cui esplorando col galvanometro quella pila, prima di contrapporla al muscolo, si trova debolissima la *corrente nervosa*, e qualche volta nulla. Perciò rinunziando a praticare simile ricerca su quegli animali, mi contentai di usare le rane, nelle quali, come vedremo, il potere elettro-motore nervoso è di maggior durata, scegliendo tra esse le più grosse.

Ciò premesso, dirò che per misurare il rapporto tra quelle due forze elettro-motrici determino il numero degli elementi della pila di nervi, ossia dei pezzi di nervo disposti in pila che sono necessari perchè, contrapposti ad un muscolo, non si abbia corrente alcuna differenziale. Operando in questo modo trovai in qualche caso che cinque elementi della pila di nervi non bastavano per distruggere affatto la corrente di un pezzetto di muscolo di 3 a 4^{mm} di lunghezza e appartenente all'estremità superiore di un gastronemio di ranocchio. In altri casi bastavano cinque di quegli elementi a produrre questo effetto, in altri casi ne dovetti adoperare sei. Cosicchè possiamo in un modo assoluto stabilire che la forza elettro-motrice dei muscoli è superiore a quella dei nervi, ed in un modo approssimativo che la medesima ne è da 4 a 5 volte maggiore.

Matteucci nelle sue *Lezioni di Elettro-fisiologia* (1) stabilisce, che il potere elettro-motore del muscolo è 8 o 10 volte maggiore di quello dei nervi. Ho notato, e lo stesso Matteucci

(1) Matteucci, Lezioni cit., pag. 43.

lo ha notato, che una tale determinazione non può essere che approssimativa, tuttavia codesta diversità tra i suoi risultati e i miei dipende forse da ciò, che egli si è servito di una mezza coscia di rana, come unità e come elemento contrapposto alla pila di nervi, mentre io, come dissi, mi servii di una piccola porzione della parte superiore del gastronemio. Cosicchè la differenza tra quei risultati non dipenderebbe da altro che dalla diversa unità di misura che è stata adoperata. Se si riflette poi che il potere elettro-motore d'una mezza coscia di rana è a un dipresso doppio del potere elettro-motore di quel pezzetto di gastronemio da me usato, stando alla legge della proporzionalità di detto potere con la lunghezza relativa dei muscoli, si scorge come i risultati da me ottenuti non differiscano che apparentemente da quelli avuti dal Matteucci.

§ 10°. Una ricerca importante da farsi, ma che per le ragioni già esposte non potrà mai condurre che a dei risultati approssimativi, si è il confronto tra l'intensità e la durata della forza elettro-motrice dei nervi di animali appartenenti a diverse classi.

Anche in questa ricerca il metodo migliore che si può adoperare è quello della opposizione. Col qual metodo ho potuto riconoscere, contrapponendo un nervo di rana ad un nervo di coniglio della stessa lunghezza:

1°. Che si ha una corrente sempre in favore del nervo della rana.

2°. Che la durata della *corrente elettro-nervosa* è maggiore nel nervo della rana stessa.

Questa seconda legge coinciderebbe con quella della durata della *corrente muscolare* degli animali a sangue caldo, che si sa essere minore che in quegli a sangue freddo. Ma la prima di esse sarebbe opposta alla legge dell'intensità della *corrente muscolare* negli animali a temperatura variabile e a temperatura invariabile. Se non che io credo che la minore intensità della forza elettro-motrice nei nervi del coniglio, ottenuta colla esperienza, sia una conseguenza della sua minor durata e della rapidità con cui cessa, inguisachè potrebbe essere in un modo assoluto la forza elettro-motrice nervosa degli animali a sangue caldo maggiore di quella degli animali a sangue freddo,

ma il decrescimento della sua intensità essere rapidissimo riguardo a simile decrescimento negli animali a sangue freddo.

Avvertirò finalmente che nel fare queste esperienze contrapponendo fra di loro due nervi è utile disporli come nella *fig.* 22, in modo cioè che le loro sezioni trasversali si trovino a contatto reciproco, e si mettano in comunicazione coi soliti pacchetti imbevuti di soluzione di solfato di zinco, due punti *a*,*b* appartenenti alla loro superficie esterna. In questo modo si possono più facilmente stabilire le comunicazioni.

§. 11°. Ho voluto confrontare il potere elettro-motore e la durata di esso nel midollo spinale e nei nervi, servendomi di conigli, ed ho trovato costantemente che la forza elettro-motrice dei tronchi nervosi è di maggiore intensità e di maggiore durata di quella del midollo spinale. Mentre infatti il nervo crurale di un coniglio, preparato subito dopo la morte dell' animale, mi dava una corrente di dodici gradi, il midollo spinale del medesimo non mi dava traccia alcuna di corrente. Si noti che in alcuni casi ho preparato ed esplorato al galvanometro il pezzo di midollo spinale, prima di preparare e di esplorare il nervo.

In altri casi ebbi una deviazione di 20° dal nervo ischiatico, e di 2° dal pezzo di midollo spinale appartenente alla regione dorsale d'uno stesso coniglio.

Operando anche col metodo dell'opposizione, che è sempre il migliore, ho trovato una corrente in favore del nervo fin dal principio dell'esperienza.

Ho fatto anche qualche ricerca per determinare la forza elettro-motrice nervosa delle diverse parti del midollo spinale, in molti casi, che contrapponendo ad un pezzo di midollo spinale di coniglio, appartenente alla regione dorsale, un pezzo di detto midollo distaccato dalla regione caudale, vi era una corrente differenziale, benchè debole in favore di quest'ultimo. In un caso solo ebbi una corrente differenziale indicante una maggior forza elettro-motrice nel pezzo di midollo spinale dorsale.

Confesso che si richiederebbero a tal proposito maggiori studii, e converrebbe esperimentare sotto questo rispetto sulle diverse classi dei nervi, e sui fasci anteriori e posteriori del midollo spinale. Ma questo studio non potrebbe farsi che su

animali di grossa taglia, come sarebbe su cavalli, dei quali non sono per ora in circostanza di potermi servire.

§ 12°. Dai fatti esposti intanto che ho verificato parecchie volte, possiamo per altro trarre la conseguenza, che qualunque sia l'origine della forza elettro-motrice dei nervi, una tal forza si estingue nel sistema nervoso tanto più presto, dopo la morte, quanto più le parti di questo sistema in cui si manifesta sono vicine al centro del sistema stesso. E siccome i nervi su cui ho esperimentato sono cordoni misti, ed è cordone misto il midollo spinale, così possiamo dire, che una tal legge sull'estinguersi della forza elettro-motrice è comune ai nervi e ai fasci spinali senzienti, e ai nervi e ai fasci spinali motori, e perciò è indipendente dall'azione speciale, centripeta o centrifuga, dei nervi e dei fasci stessi.

Credo utile per gli ulteriori studi che potranno farsi sulla forza elettro-motrice dei nervi questa osservazione, inquantochè, come si sa, la vita propria dei nervi senzienti si estingue, al sopravvenire della morte, dalla periferia al centro, mentre quella dei nervi motori si estingue invece dal centro alla periferia.

§ 13°. Era importante determinare qual'è l'effetto che producono certi veleni sulla forza elettro-motrice dei nervi. A tal fine avveleno coll'azotato di stricnina un certo numero di ranocchi. Per aversi l'azione di questo veleno più pronta, il miglior mezzo si è di fare un taglio nella regione del cuore, ed introdurre nella cavità del petto un pezzetto di tela o di bambagia imbevuta dell'azotato di stricnina. Preparo rapidamente quelle rane appena cominciano a diventar tetaniche, e ne distacco i due fasci dei nervi lombari, mentre un'altra persona prepara e distacca detti fasci nervosi in un numero eguale di ranocchi non avvelenati. Contrappongo quindi la pila formata coi nervi delle prime rane, a quella che è costituita dai nervi delle seconde, ed esploro coi soliti mezzi al galvanometro, se vi è corrente differenziale in favore dell'una o dell'altra di quelle pile.

Operando in questo modo, formando pile di 2, di 4, di 8 elementi ciascuna, non ebbi nella generalità dei casi indizio alcuno di corrente differenziale. In altri ebbi debolissimi segni di corrente in favore ora dell'una ora dell'altra di quelle pile.

È dunque provato che l'azione della stricnina sulla forza elettro-motrice dei nervi è nulla.

§ 14°. Quanto da noi è stato esposto in questo Capo ne persuade esistere realmente nei nervi come nei muscoli una forza elettro-motrice, che dà luogo ad una corrente elettrica, nelle circostanze stesse che una tal forza la manifesta nei muscoli. Se basandosi sui risultati sperimentali negativi ottenuti, la presenza di questa *corrente elettro-nervosa* è stata per lungo tempo negata, ciò provenne dacchè nessuno prima di Dubois Reymond pensò a stabilire il circuito del filo del galvanometro tra le due parti del nervo aventi uno stato elettrico opposto, come sono per l'appunto la sua superficie di sezione trasversale e la sua superficie esterna; o seppure ciò si fece, più per caso che con determinato proposito, si adoperarono galvanometri non sufficientemente sensibili.

Non può dubitarsi, partendo da riflessioni ed osservazioni identiche a quelle che sono state fatte parlando della *corrente muscolare*, che la forza elettro-motrice dei nervi sia intrinseca alla sostanza dei nervi stessi. E con tutta probabilità possiamo ammettere ch'essa provenga dagli atti nutritivi che succedono nell'intima compage dei medesimi; e che quindi abbia un'origine comune colla forza elettro-motrice dei muscoli.

I fisiologi hanno potuto osservare che mentre in un animale morto per inanizione prolungata il tessuto muscolare manifesta uno stato sensibilissimo di atrofia, le diverse parti del sistema nervoso non mostrano alcuna alterazione sensibile. Da questo fatto si può dedurre, come la nutrizione nell'animale in istato sano sia più energica, più attiva nel sistema muscolare, che nel sistema nervoso. Ammessa dunque l'indicata origine della forza elettro-motrice nei muscoli e nei nervi, si vede come la *corrente elettro-nervosa*, date tutte le altre circostanze uguali, deve essere, come realmente è, meno intensa che la *corrente muscolare*.

Ognuno poi conosce quanto sia delicata l'organizzazione del tessuto nervoso, relativamente a quella del tessuto muscolare, e quindi quanto più facilmente alterabile sia la medesima dopo la morte dell'animale. Le diverse parti che costituiscono un nervo, sono fra di loro debolmente connesse, cosicchè si po-

trebbe dire della stabilità organica dei nervi e dei muscoli ciò che si dice della stabilità dei composti chimici. Quei composti in cui gli elementi sono uniti fra di loro per via di una debole affinità, si decompongono, si direbbe, in certi casi spontaneamente, ciò che equivale a dire, che si decompongono per l'azione di forze debolissime, mentre quei composti in cui l'azione chimica che ne unisce i principii elementari è più forte, resistono più energicamente all'azione delle cagioni estrinseche. Quindi ne avverrà che alterandosi più facilmente il nervo che il muscolo, dopo la morte dell'animale, anche la forza elettromotrice che deve essere connessa collo stato organico e colla integrità dei tessuti, debba cessar prima nei nervi che nei muscoli, coerentemente a ciò che ne dimostra l'esperienza.

CAPO II.

Stato elettro-tonico dei nervi.

§ 15°. È un fatto già riconosciuto e bene stabilito in fisiologia, che allorquando si irrita in un punto qualunque un nervo, una tale irritazione si trasmette lungo il nervo stesso, e si traduce, per così dire, in movimento o in sensazione, secondochè quel nervo irritato appartiene alla classe dei nervi motori o dei nervi sensitivi. È noto anche come una tale trasmissione succeda pure allorquando come cagione irritante il nervo si adopera una corrente elettrica. Cosicchè possiamo ammettere, che allorquando si produce in una porzione di un nervo una modificazione particolare per mezzo di un agente irritante, questa modificazione non si restringe alla porzione irritata, ma si estende anche al di là verso le parti periferiche o le parti centrali, secondo che i nervi sono motori o sensitivi.

§ 16°. Nello stato attuale della scienza è impossibile assegnare quale è questa modificazione che soffre il nervo in tali circostanze, e come avvenga quella trasmissione. Tuttavia Dubois Reymond ha scoperto un fatto importante sul modo di comportarsi dei nervi, allorquando la cagione eccitante è la corrente elettrica, e sul modo con cui questa si propaga nei medesimi; fatto da esso indicato col nome di *Stato elettro-tonico* dei nervi.

Ecco in che consiste questa scoperta di Dubois Reymond:

Si abbia un lungo tronco nervoso che si dispone sopra i pacchetti soliti in comunicazione col filo del galvanometro, in modo che non vi sia corrente nervosa in circuito (*fig.* 23). Si applichino in *p*, *n* le estremità in platino dei reofori di una pila. La direzione della corrente nella porzione *pn* del nervo, sarà quella indicata dalla freccia. Ora mentre dura il passaggio della corrente della pila in questa porzione del nervo, l'ago del galvanometro indica la presenza d'una corrente nella porzione *mo* del nervo stesso, che ne chiude il circuito, ed avente la medesima direzione che in *pn*. Se la corrente della pila è diretta come nella *fig.* 24, nella porzione *pn*, cioè da *p* in *n*, come la freccia, la corrente che si mostra al galvanometro nella porzione *mo* del nervo, chiuso nel circuito del suo filo, è anche diretta da *o* in *m* (1).

In questa disposizione dell'esperienza non vi è *corrente nervosa* nel circuito del galvanometro; nel caso contrario ecco cosa avviene secondo Dubois Reymond.

Sia il nervo disposto sui pacchetti in modo, che i punti di contatto sieno da una parte il taglio trasversale *a*, e dall'altra la sua superficie esterna *b* (*fig.* 25). Vi sarà al solito la corrente, diretta da *a* in *b* nella porzione *ab* del nervo. Se allora si chiude il circuito di una pila tra i punti *p*, *n* della restante porzione del nervo, cosicchè questa corrente abbia nella porzione *pn* la stessa direzione della *corrente nervosa* in *ab*, si ha un *aumento* nella deviazione dell'ago, inquantochè all'azione della *corrente nervosa* si aggiunge quella eccitata dalla corrente della pila nella stessa porzione *ab*. In questo caso si ha ciò che Dubois Reymond chiama *fase positiva* della *corrente nervosa*.

Se la direzione della corrente della pila nella porzione *pn* del nervo sarà quella indicata dalla freccia nella *fig.* 26, contraria cioè alla direzione della *corrente nervosa* nella porzione *ab* del medesimo, allora si avrà una *diminuzione* nella stessa *corrente nervosa*, ossia si avrà la così detta *fase negativa* di essa; inquantochè la corrente eccitata dallo *stato elettro-tonico*

(1) Bence Jones. Opera cit., pag. 174 e seg.

nella porzione *ab* del nervo è contraria in direzione alla corrente propria del nervo stesso (1).

Dubois Reymond modifica l'esperienza nel modo seguente, adoperando contemporaneamente due galvanometri e due paia dei soliti pacchetti. Dispone un lungo nervo *aa'* (*fig.* 27) in modo che le sue due porzioni estreme *ab*, *a'b'* chiudano il circuito dei due galvanometri collocati in G,G'. Si avrà nel primo galvanometro la *corrente nervosa* diretta secondo la freccia *ab*, e nel secondo diretta secondo la freccia *a'a'*. Le deviazioni degli aghi nei due galvanometri saranno perciò opposte. Dopo ciò chiude il circuito d'una pila mettendo i reofori a contatto dei punti *p, n* del nervo, in modo che la corrente sia diretta in questa porzione del nervo secondo la freccia *pn*. Si vede allora un *aumento* di deviazione nell'ago del galvanometro in G, ed una *diminuzione* nell'ago dell'altro in G', ossia si ha la *fase positiva* della *corrente nervosa* nella porzione *ab* del nervo, e la *fase negativa* nella sua porzione *a'b'*.

Succede il contrario se è contraria alla supposta la direzione della corrente della pila nella porzione *pn* del nervo, ossia si ha la *fase positiva* in *a'b'*, e la negativa in *ab* (2).

Queste ed altre simili sperienze praticate dal fisico di Berlino sono dal medesimo comprese sotto questo principio generale:

= Quando una certa lunghezza di un nervo è percorsa da una corrente elettrica estrinseca, detta *eccitante*, oltre il potere elettro-motore proprio del nervo, si sveglia una nuova azione elettro-motrice in tutti i punti del nervo stesso, diretta come la corrente *eccitante*, per cui vi sarà in questo un *aumento* o una *diminuzione* di forza elettro-motrice, secondochè questa corrente estrinseca ha la stessa direzione della *corrente nervosa* o una direzione contraria =.

§ 17°. Questi risultati di Dubois Reymond che, a parer mio, sono i più importanti da esso ottenuti, meritano uno studio speciale, inquantochè indipendentemente dalla interpretazione teorica che di essi voglia darsi, accennano ad una proprietà

(1) Bence Jones. Opera cit., loc. cit.

(2) Bence Jones. Opera cit., pag. 178. e seg.

particolare dei nervi che li distingue da tutti gli altri corpi conduttori della corrente elettrica. Perciò dopo di aver ripetuto più volte quegli sperimenti, servendomi anche in questo caso del solito metodo per impedire le correnti secondarie, e quindi avere le deviazioni dell'ago più grandi e più durevoli, ed averli riconosciuti veri, ebbi cura di sottometterli ad una accurata analisi, e mi proposi risolvere queste questioni:

1°. Il fenomeno dello *stato elettro-tonico* dipende dalla cagione che gli attribuisce Dubois Reymond, oppure da imperfezione nell'isolamento delle diverse parti dell' apparato?

2°. Questa proprietà attribuita ai nervi, appartiene o no anche agli altri corpi conduttori della corrente elettrica, o almeno agli altri tessuti animali?

3°. Ammesso che dalla soluzione di queste due prime questioni risulti vero e incontrastabile il fatto dello *stato elettro-tonico*, il nervo si comporterà in questo caso come un semplice conduttore, oppure, per mancanza d'altro vocabolo dirò come *nervo*, cioè come un organo capace di trasmettere le impressioni ricevute?

§. 18°. Ecco la serie molto estesa di esperienze che feci per risolvere questi quesiti.

Presi un filo di cotone, ora più, ora meno grosso, imbevuto di soluzione satura di solfato di zinco, che misi nel circuito dei due pacchetti in comunicazione col filo del galvanometro, servendomi dell' apparato rappresentato nella *fig.* 1. Una delle estremità, la più lunga del filo, era distesa sopra una lamina di guttapercha *or* (*fig.* 28). Applicai i reofori di una pila non molto forte, di quattro coppie zinco-platino, con sola soluzione di acido solforico, nei punti *p*, *n* di quel filo, e trovai che si aveva una deviazione molto sensibile al galvanometro dal passaggio di una porzione di quella corrente per il tratto *ab* del filo. Ciò avveniva, ora essendo il reoforo *p* distante dal punto *b* di 4 o 5^{mm}, ora essendo ad una distanza maggiore, ora ad una distanza minore. La deviazione dell'ago in alcuni casi indicava la presenza di una corrente che entrava nel filo dell'istrumento dal punto *b*, allorchè era più vicino a questo punto il reoforo positivo *p* della pila, e che sortiva invece dallo stesso punto *b* allorchè era più vicino a questo il reoforo negativo

« della medesima. In altri casi, i risultati furono opposti a questi ora accennati.

Una tale incostanza e irregolarità di effetti fece in me nascere il sospetto di qualche circuito esterno, dovuto all'imperfetto isolamento delle diverse parti dell'apparato, per il quale dovesse passare nel filo del galvanometro una porzione della corrente della pila; nonostante che, come in tutte le altre circostanze, avessi avuto cura di isolare convenientemente l'apparato stesso. Nè m'ingannai, inquantochè lasciando aperto il circuito tra i due pacchetti, e aperto il circuito della pila, mettendo uno dei reofori di questa in contatto di uno dei pacchetti, ebbi una deviazione nell'ago del galvanometro.

Ho riferito questi risultati ed ho notato queste circostanze per avvertire, che allorquando si fa uso d'una corrente estranea adoperando un galvanometro molto sensibile, non sono mai di troppo le cautele, anche le più minute, che si possono usare per ottenere un isolamento perfetto.

§ 19°. Quindi ebbi cura innanzi tutto di isolare perfettamente il galvanometro, sottoponendogli dei grossi pezzi di guttapercha bene asciutta, e la pila in un modo simile. Sostituii inoltre ai soliti recipienti in vetro dell'apparato, due colonne anche in vetro M,N (*fig.* 29) ben coperte di ceralacca, sulla sommità delle quali attaccai orizzontalmente due grossi prismi di zinco bene amalgamato P, Q, che comunicavano coi fili del galvanometro. Sopra questi pezzi di zinco disposi e legai due pacchetti di flanella *m*,*n* imbevuti di soluzione di solfato di zinco. Due canali *o*, *o'* sufficientemente profondi, scavati in quei due prismi e pieni costantemente di soluzione satura di quel solfato, servivano per alimentare, per così dire, quei due pacchetti, ossia per mantenerli sempre bene imbevuti di liquido. Mi assicurai che in questa nuova disposizione dell'apparato non vi era sviluppo di polarità secondarie, come nella disposizione solita. Per stabilire le comunicazioni colla pila mi son servito di un sostegno S tutto ben coperto di ceralacca ed isolato, sulla parte orizzontale R del quale erano fissati solidamente due fili di platino *p*, *p'* che piegandosi verticalmente sul sostegno andavano a finire in due pozzetti *r*, *r'* scavati nel piede del sostegno stesso e pieni di mercurio, nel quale si immergevano i reofori della pila.

La disposizione delle diverse parti dell'apparato col filo di cotone sottomesso all'esperienza si vede nella *fig.* 30, in cui esse parti sono rappresentate in piano, e in cui *abc* rappresenta il filo.

§ 20°. Servendomi di questa nuova disposizione mi accorsi tosto che i risultati irregolari e incostanti ottenuti precedentemente sperimentando con quel filo di cotone bagnato, erano realmente dovuti ad imperfezione dell'isolamento delle diverse parti del solito apparato. Infatti facendo passare la corrente della pila per la porzione *mn* del filo *abc* (*fig.* 30), non ebbi nessuna deviazione nell'ago del galvanometro, anche quando il punto di contatto *b* del filo con uno dei pacchetti distava dal punto *m* di contatto del medesimo con uno dei reofori della pila solamente di $\frac{1}{2}$ millimetro. Per avere segni di corrente al galvanometro era d'uopo che l'estremità del filo metallico *mg* toccasse il pacchetto corrispondente.

Ebbi uguali risultati adoperando fili di lana e di altre sostanze umide conduttrici, di diverse grossezze.

Da ciò possiamo conchiudere, che allorquando l'isolamento è perfetto, il che si ottiene coll'apparato ora descritto, un semplice conduttore umido della forma del nervo non presenta il fenomeno dello *stato elettro-tonico*.

§ 21°. Ma ora è da vedere se i nervi, allorchè l'isolamento è perfetto, presentano realmente questo fenomeno a differenza degli altri conduttori. Distaccato un nervo lombare di un ranocchio al suo sortire dal midollo spinale fino al punto in cui passando tra i muscoli della coscia si divide nell'articolazione del ginocchio, lo disposi nell'apparato come aveva già disposto precedentemente quel filo di cotone (*fig.* 30). Stabilito il circuito tra il suo taglio trasversale *a* e la sua superficie esterna *b*, ebbi al solito la corrente nervosa da *a* in *b*; chiudendo quindi il circuito della pila tra i punti *m*,*n* dello stesso nervo, trovai verissimo il fatto descritto da Dubois Reymond, cioè verificai costantemente che, anche collocando il reoforo *m* alla distanza di 5 o 6 millimetri dal punto *b* di contatto del pacchetto corrispondente col nervo stesso, si aveva:

1°. Uno *aumento* nella deviazione dell'ago, allorchè la corrente estranea passava per il tratto *mn* del nervo nella stessa direzione della *corrente nervosa* nel tratto *ab*;

2°. Una *diminuzione* invece nella deviazione dell'ago, allorchè la corrente della pila aveva nella porzione *mn* del nervo una direzione opposta alla *corrente* prodotta dalla forza elettro-motrice della porzione *ab* del nervo stesso.

Trovai che il nervo brachiale e il nervo crurale del coniglio si prestavano meglio a queste sperienze, che il nervo della rana, trovai cioè, che le variazioni nella deviazione dell' ago del galvanometro erano più sensibili con detti nervi del coniglio, e che la distanza a cui si può collocare il reoforo della pila, senza che cessi d'aver luogo il fenomeno dello *stato elettro-tonico*, era maggiore che nel nervo della rana, inquantochè questa distanza poteva giungere fino quasi a 10 millimetri.

Nell'esperienze ora descritte, vi era in circuito la *corrente nervosa*, sebbene in alcuni casi fosse debolissima fin da principio; ma si hanno gli stessi risultati allorchè si dispone in modo il nervo che non si abbia quella corrente in circuito. In questo caso facendo passare la corrente della pila, ossia la corrente *eccitante* per la porzione *mn* del nervo, l'ago del galvanometro che era a zero, si vede deviare in modo tale da doversene dedurre, che nella porzione *ab* del nervo chiusa nel circuito del filo dell'istrumento passa una corrente costantemente nella direzione della corrente *eccitante*.

§ 22°. Conveniva esaminare se il midollo spinale presenta lo stesso fatto dello *stato elettro-tonico*, e se un nervo lo può manifestare attraverso il midollo spinale stesso.

Distaccato perciò un lungo tratto di midollo spinale in un coniglio vivo, ripetei l'esperienza con diverse porzioni di esso, appartenenti alle diverse regioni, e trovai che in tutti i casi il midollo spinale presentava il fenomeno dello *stato elettro-tonico*, come i nervi. Anzi se da quattro o cinque sperienze che ho fatto a questo proposito, mi fosse lecito trarre una conseguenza generale, direi che il midollo spinale presenta il fenomeno dello *stato elettro-tonico* con intensità maggiore che i nervi.

Per riconoscere se lo *stato elettro-tonico* avviene a traverso il midollo spinale, ho preparato i due nervi lombari d'un ranocchio, lasciandoli uniti ad un pezzetto del midollo spinale stesso. Disposto uno dei nervi in modo da aversi la *corrente*

nervosa da *a* in *b* (*fig.* 31), e lasciato fisso verso il punto *n* il reoforo negativo della pila, collocai l'altro reoforo, prima verso il punto *p*, quindi verso il punto *p'*, finalmente l'introdussi nel canale spinale in *p''*. Nella seconda solamente di queste disposizioni ebbi qualche debole segno di *stato elettro-tonico* nella porzione *ab* del nervo. Ho ripetuto e variato quest'esperienza, e sempre ebbi gl'istessi risultati, toccando in *n* col reoforo positivo della pila, e in *p,p',p''* col reoforo negativo.

§ 23°. Conveniva anche esaminare se altri tessuti animali, ridotti fili-formi come i nervi, o naturalmente tali, presentavano lo stesso fenomeno dello *stato elettro-tonico*. Tentai quindi l'esperienza con sottili striscie di pelle di ranocchio, con striscie anche sottili distaccate dai muscoli sottocutanei del petto e del bassoventre dello stesso animale, con simili striscie di muscolo e di tendine di coniglio, e finalmente con un pezzo d'intestino tenue di rana, ma in nessun caso ottenni il benchè minimo indizio di *stato elettro-tonico*, operando con l'apparato perfettamente isolato in tutte le sue parti, e con le cautele tutte usate nelle altre sperienze, fatte col filo di cotone e col nervo.

§ 24°. Resta ora a discutersi l'ultima delle tre questioni superiormente proposte, che è di certo la più difficile, ossia ne resta ora ad esaminare il modo come si comporta il nervo nel fenomeno dello *stato elettro-tonico*.

Ebbi già ad osservare che lo *stato elettro-tonico* si manifesta anche allorquando non vi è in circuito la *corrente-nervosa*, il che esclude l'influenza di questa sulla manifestazione di quel fenomeno. Soggiungerò ora che da molte esperienze mi risulta che, mentre la forza elettro-motrice dei nervi dura finchè in essi dura l'eccitabilità, lo *stato elettro-tonico* persiste più a lungo e si manifesta anche nei nervi che hanno perduto affatto l'eccitabilità, e in cui è scomparsa ogni traccia di forza elettro-motrice. Soggiungerò inoltre, che anche nel caso che persista la forza elettro-motrice nervosa, questa non è proporzionata alla *facoltà elettro-tonica* manifestata dai nervi. Dirò finalmente che avendo fatto sperienze comparative ho trovato, che mentre i nervi del coniglio perdono la forza elettro-motrice e l'eccitabilità prima dei nervi del ranocchio, conservano

più a lungo che questi la *facoltà elettro-tonica*, e la manifestano in un modo più pronunziato, per cui ebbi a dirli preferibili in queste ricerche (§ 21).

§. 25°. È un fatto ben constatato in fisiologia, che acciò abbiano luogo i fenomeni di trasmissione delle impressioni ricevute dai nervi, sia nella loro direzione centrifuga che, nella direzione centripeta, non basta la contiguità sola dei nervi fra di loro, ma si richiede la continuità. Cosicchè se dividiamo un nervo trasversalmente, e quindi rimettiamo a contatto perfetto le due superficie di sezione, oppure soprapponiamo fra di loro paralellamente i due capi del nervo così troncato, questo non è più atto a trasmettere le impressioni che riceve verso la sua parte periferica al cervello se è nervo sensitivo, o a trasmettere l'azione degli stimoli per far contrarre i muscoli in cui si distribuisce, se è nervo motore. È provato anche che se, senza tagliare il nervo, ci contentiamo solo di legarlo fortemente, anche in questo caso si trova avere il medesimo perduta la proprietà di trasmettere l'azione di quelle impressioni e di quegli stimoli.

In ambi questi casi però il nervo si mantiene capace di trasmettere la corrente elettrica. Risulta infatti da esperienze ben note, che una corrente estranea, come anche la stessa *corrente muscolare*, passano per un nervo troncato le di cui parti siano rimesse a contatto fra di loro, o per un nervo in cui siasi fatta una stretta allacciatura.

§ 26°. Ho fatto quindi dell'esperienze per riconoscere, se per la manifestazione dello *stato elettro-tonico* fosse necessaria la continuità del nervo, come per la trasmissione delle impressioni e degli stimoli, oppure bastasse la sola contiguità; ed ecco i risultati che ottenni a questo proposito.

Preparo un lungo nervo di ranocchio alla maniera indicata al § 21. Taglio in due parti questo nervo, e ne metto paralellamente a contatto i due capi, come nella *fig.* 32, lo colloco quindi sui due soliti pacchetti in modo da avere la *corrente nervosa* nella porzione *ab* di esso, e faccio passare la corrente di una pila per il suo tratto *pn*. In questo caso ho un leggiero *aumento*, o una leggiera *diminuzione*, ossia una debole *fase positiva*, o una debole *fase negativa* della *corrente*

nervosa della porzione *a b* del nervo, coerentemente alla legge generale dello *stato elettro-tonico*.

Volli quindi verificare se questo stato si otteneva troncando il nervo e riunendolo per le sue due superficie di sezione. A questo fine mi sono servito, come meglio adatto allo scopo, del midollo spinale di coniglio. Toltone quindi dall'animale vivo un lungo tratto, lo divisi trasversalmente in due parti, lo disposi nel circuito del galvanometro sopra i pacchetti in modo da avere la *corrente nervosa*, e trovai che facendo passare la corrente della pila per la porzione *p n*, si produceva nella maniera la più netta e precisa il fenomeno dello *stato elettro-tonico*, purchè le due estremità in *s* fossero bene a contatto fra di loro (*fig.* 33).

§ 27°. Ho studiato anco l'effetto della allacciatura del nervo sopra il suo *stato elettro-tonico*, ed ho trovato che, allorquando questa è sufficientemente stretta, impedisce la produzione del fenomeno. Perchè ciò avvenga è per altro necessario che la legatura sia in un punto *d* (*fig.* 34) intermedio al punto *a* di contatto del nervo con uno dei pacchetti, e il punto *p* di contatto di uno dei reofori della pila. In questo caso dal passaggio della corrente per la porzione *p n* del nervo non si produce lo *stato elettro-tonico* nella sua porzione *a b*, sia che per questa circoli già la *corrente nervosa* o no; nel modo stesso che non si produce lo *stato elettro-tonico*, se l'allacciatura del nervo si fa in *d'* tra i punti di contatto, tra questo e i pacchetti. Se invece la legatura è in un punto *d''* tra *p*, ed *n*, si ha il fenomeno dello *stato elettro-tonico*.

§ 28°. Le sperienze riportate in questi ultimi quattro paragrafi ci danno una qualche idea del modo di comportarsi dei nervi nel fenomeno dello *stato elettro-tonico*. Primieramente questa facoltà dei nervi non è in rapporto nè colla loro eccitabilità, nè colla loro forza elettro-motrice. In secondo luogo, mentre la sola contiguità non basta perchè i nervi manifestino la loro proprietà di trasmettere le impressioni, non basta per la produzione di qualunque altra azione nervosa, essa è invece sufficiente perchè i nervi mostrino il fenomeno dello *stato elettro-tonico*. La legatura, al contrario, del nervo mentre impedisce la manifestazione dello *stato elettro-tonico* e la trasmis-

sione delle impressioni e dei comandi della volontà, e di tutte in generale le azioni nervose, senza togliere per altro al nervo la facoltà di condurre l'elettricità, impedisce la manifestazione dello *stato elettro-tonico*. Ma evidentemente l'allacciatura, se è sufficientemente stretta, interrompe, per così dire, la sostanza interna del nervo, mentre questa non è interrotta, se le due superficie di sezione del nervo sono fra di loro a contatto. Da ciò si rileva che il fenomeno dello *stato elettro-tonico* è connesso alla struttura organica particolare del nervo, che avviene nella parte midollare del nervo stesso, che non è un fenomeno di semplice trasmissione della corrente elettrica, ma che per altro non dipende dalle condizioni stesse per cui il nervo è capace di trasmettere le impressioni ricevute e gli atti della volontà.

§ 29°. Riassumendo intanto ciò che risulta dall'esperienza avremo:

1°. Che lo *stato elettro-tonico* è un fatto vero e certo, e che appartiene non solamente ai nervi ma anche al midollo spinale;

2°. Che lo *stato elettro-tonico* non si manifesta in nessun altro corpo conduttore, e in nessun altro dei tessuti animali ridotti filiformi come i nervi;

3°. Che la manifestazione dello *stato elettro-tonico* è quindi una proprietà esclusivamente appartenente al sistema nervoso, e che non è compresa in nessuna delle leggi generali della propagazione della corrente elettrica,

4°. Che la *facoltà elettro-tonica* dei nervi non è in rapporto colla loro eccitabilità fisiologica, nè colla loro forza elettro-motrice, e che non sembra dipendere nè dall' una nè dall' altra;

5°. Finalmente, che il fenomeno dello *stato elettro-tonico* sembra connesso alla struttura organica particolare del nervo, più che alla facoltà di esso a trasmettere le impressioni ricevute.

§ 30°. Nell'esperienze di cui abbiamo finora tenuto discorso, si è fatto uso di una corrente continua, per dimostrare il fatto dello *stato elettro-tonico*. Ma Dubois Reymond ha usato anche in queste ricerche correnti di induzione, e quindi inter-

rotte, di piccolissima durata, e alternativamente di direzione contraria. In questo caso, secondo le sue vedute teoriche, si produce nel nervo quella modificazione, che in esso avviene allorquando si produce il tetano del muscolo, e succedono le stesse due *fasi, positiva* e *negativa* dello *stato elettro-tonico*, secondo i diversi casi, come coll'uso di una corrente continua. È facile intendere quale modificazione nel modo di sperimentare debba introdursi per ripetere queste esperienze di Dubois Reymond. Basta perciò introdurre una ruota d'interruzione nella spirale inducente (1).

Operando in questo modo si verifica il fatto osservato da questo Fisico, cioè la così detta *prevalenza* della *variazione negativa*, allorquando vi è nel circuito del galvanometro la *corrente elettro-nervosa*. Disponendo infatti il nervo in modo che si abbia questa corrente nella direzione da *a* in *b* (*fig.* 25 e 26), sottomettendo la porzione *p n* del nervo stesso ad una serie di correnti interrotte, ed alternativamente di direzione contraria, succede nella porzione *a b* del nervo la *fase negativa*, cioè l'intensità della sua *corrente nervosa* diminuisce. Ora considerando separatamente l'azione delle due correnti di direzione contraria, la corrente della porzione *a b* del nervo non dovrebbe subire nessuna variazione nè in più nè in meno. Se intanto prevale la *fase negativa*, ossia, se l'intensità della *corrente nervosa* di *a b* diminuisce, la conseguenza che ne possiamo trarre, indipendentemente dalle vedute teoriche di Dubois Reymond, si è, che delle due correnti, quella che ha una direzione contraria alla corrente dell'elettro-motore *a b*, ha un'azione maggiore su questo elettro-motore, che l'altra che ha la stessa direzione.

Come ciò avvenga sarebbe impossibile immaginarlo, nello stato attuale della scienza, se non che parrebbe esistere una certa analogia tra questo modo diverso di agire di quelle correnti interrotte, secondochè hanno la stessa direzione della *corrente nervosa*, o una direzione opposta, e l'azione diversa che esercitano la corrente diretta, e la corrente inversa nei nervi al chiudersi e all'aprirsi del circuito.

(1) Bence Jones. Opera cit., pag. 187-192.

Dubois Reymond ha tentato di dimostrare la *variazione negativa* della *corrente nervosa*, non usando più per eccitare il nervo quelle correnti elettriche di induzione, ma irritandolo in diversi modi in una delle sue estremità, e specialmente coll'azotato di stricnina, o bruciandolo. Ma con questo mezzo si hanno segni debolissimi di *variazione negativa*, tantochè Bence Jones stesso si esprime dicendo, che l'esito di questa esperienza è sotto certi rapporti casuale (its success is in some respects a matter of chances) (1). Del resto tali deboli segni di corrente, inversa alla direzione della preesistente *corrente nervosa*, potrebbero, almeno in parte, dipendere da che Dubois Reymond fece uso in tutte le sue esperienze di lamine di platino e di acqua salata, col qual mezzo si ha la produzione, come è ben noto, di polarità secondaria.

Da queste poche considerazioni e dalle poche ricerche che ho potuto fare, si riconosce come anche il fatto principale della *variazione negativa* della *corrente nervosa* ha bisogno di maggiori studii, sui quali non ho creduto dovermi presentemente estendere, inquantochè quel fatto si riferisce manifestamente alla azione fisiologica dell'elettricità sopra i nervi, e però non deve esser compreso fra quelli che formano l'oggetto di questo scritto.

CAPO III.

Parte che può avere l'elettricità nelle funzioni del sistema nervoso.

§ 31°. Quanto abbiamo esposto nel primo Capo di questa terza Parte, ne dimostra esistere nei nervi una forza elettromotrice, come esiste nei muscoli. Ma si avrà perciò manifestazione di *libera elettricità* nel sistema nervoso degli animali vivi? Ed ove esista quest'*elettricità libera*, avrà essa una parte attiva e primaria nelle funzioni di questo sistema? Sono queste le questioni di cui ci dobbiamo occupare in questo ultimo Capo del nostro scritto.

(1) Bence Jones. Opera cit., pag. 194-197.

Certamente l'ipotesi che consiste nel far dipendere le funzioni del sistema nervoso dalla presenza di correnti elettriche circolanti per il medesimo, è molto seducente. Quindi non deve far meraviglia se tale ipotesi sia stata accarezzata in tutti i tempi, fino dalla prima origine della scienza del galvanismo, e se Galvani stesso l'abbia ammessa, dopo di aver dimostrato per mezzo di argomenti incontrastabili contro il Volta, che l'elettricità che si manifesta negli animali, ha origine veramente nei medesimi, e non dipende da estrinseche cagioni.

§ 32°. Galvani infatti dopo di aver paragonato il muscolo ad una bottiglia di Leyda, solo apparato cui quest'organo potevasi più ragionevolmente ravvicinare all'epoca delle sue scoperte, ammise che l'elettricità che in esso si manifesta, vi veniva condotta per mezzo del sistema nervoso dal cervello, ove era separata dal sangue che vi scorre. Dietro ciò, *secondo* il Galvani, nell'animale vivo vi è una continua circolazione di elettricità, una *torrente* elettrica, come egli si esprime, che dal cervello viene nel muscolo, e che circola nel muscolo stesso. Finchè quella *torrente* elettrica scorre con equabile e placido movimento per il muscolo, questo starà in riposo; ma si avrà la contrazione muscolare, allorchè viene alterato il tranquillo corso della medesima, ne viene alterata la forza, ne viene modificata la velocità. Tuttociò farebbe l'atto della volontà, mentre la *torrente* trasportata dal cervello al muscolo per mezzo dei nervi, modificherebbe lo stato elettrico del medesimo; e tuttociò potrebbe avvenire in certi casi patologici, in cui vi è una contrazione morbosa, negli organi del movimento volontario.

Questa elettricità separata nel cervello dal sangue, accumulata e circolante nei muscoli, trasmessavi dai nervi, fu da Galvani detta *animale*, in ragione della sua origine. Non sfuggirono per altro alla sagacità del Galvani certe particolarità presentate dalla *elettricità animale*, e certe differenze tra questa e la elettricità ordinaria. Particolarità e differenze che egli non poteva spiegare, non conoscendosi ai suoi tempi le leggi della elettricità dinamica, ma che lo indussero ad ammettere che la *elettricità animale*, « non era semplice elettricità ordi-
« naria, ma bensì modificata e combinata con qualche altro

« principio animale, per cui acquisti certi caratteri suoi pro-
« prii (1) ».

Queste sono le basi della teoria del Galvani intorno all'origine dell'*elettricità animale*, e intorno alla parte che la medesima può avere nelle funzioni degli animali. Tutte le altre teorie che sono state messe fuori in diversi tempi da vari Fisici e Fisiologi, non sono in fondo, che modificazioni della medesima. Ma in nessuna di esse si trova quella riserbatezza nell'ammettere le ipotesi, quella originalità, e quella impronta di un genio superiore, che si riscontrano in quella teoria del Galvani.

§ 38°. Lasciando intanto da un canto le ipotesi, e le teorie, che poco utile sarebbe volerle discutere ed analizzare, vediamo invece se i fatti osservati ci possano condurre ad ammettere l'esistenza di *libera elettricità* nel sistema nervoso degli animali. Senza che prima sia deciso questo punto, ogni teoria intorno all'*elettricità animale* sarebbe poco fondata.

Certamente molte sono le analogie che esistono tra il modo di agire dei nervi, e il modo di comportarsi di un agente imponderabile, come è l'elettricità; cosicchè se la forza nervosa si dovesse paragonare a qualche cosa di già conosciuta, non sarebbe irragionevole paragonarla a quell'agente. Quel trasmettersi rapidamente delle impressioni da un punto ad un altro del sistema nervoso; quel manifestarsi degli effetti di tali impressioni, nelle estremità solamente dei nervi, senza che questi mostrino modificazione alcuna sensibile in tutta la loro lunghezza; quel propagarsi dell'azione nervosa per il nervo, senza che le parti che sono a contatto col medesimo, ne provino effetto alcuno, sono tanti fatti che manifestano una grande analogia con quelli che succedono, in determinati casi, in un filo conduttore per cui passa la corrente elettrica. E se fosse lecito nelle cose attinenti alla scienza lasciar libero campo all'immaginazione, si potrebbe vedere attuato nel sistema nervoso e nelle

(1) *Raccolta delle Opere di Galvani* pubblicata dall'Accademia delle Scienze di Bologna; *Commentario*, pag. 110-111. *Dell'uso e dell'attività dell'arco conduttore*, pag. 184-190. *Mem.* I. *allo Spallanzani*, pag. 304 308. *Mem.* II. *allo stesso*, pag. 345. e seg. *Mem.* III. al medesimo, pag. 380 e seg. *Risposta alla Lettera del Carminati*, pag. 143-146.

sue dipendenze un completo sistema di telegrafia, in cui il cervello, gli organi dei sensi, i muscoli, sarebbero le macchine telegrafiche, che ora ricevono, ora trasmettono i dispacci, per mezzo dei nervi, che sarebbero i fili della linea telegrafica.

§ 34°. Il vedere poi che l'elettricità eccita negli organi dei sensi esterni sensazioni analoghe a quelle che vi eccitano i loro agenti speciali; il vedere che l'elettricità produce nei muscoli contrazioni identiche a quelle che vi produce l'atto della volontà; il vedere che l'azione dell'elettricità rieccita in un animale estinto il movimento del cuore, del diafragma, dello stomaco, delle intestina, talchè questi organi possono per mezzo di essa continuare ad esercitare, in qualche modo e per qualche tempo, dopo la morte le loro funzioni, sono tanti fatti che ne additano, che la forza nervosa può essere, in certi casi e per certo tempo, supplita dalla forza elettrica, e che quindi esiste una certa analogia di azione tra l'una e l'altra.

§ 35°. Restando poi sempre nel campo dei fatti bene avverati, è certo, come abbiamo veduto al Capo primo di questa terza Parte, manifestarsi nei nervi correnti elettriche. Ma ciò non ne autorizza a credere che esista *elettricità libera* nel sistema nervoso, come quelle analogie non ne autorizzano a dire, che la forza nervosa sia elettricità.

Le *correnti elettro-nervose* scoperte da Dubois Reymond ne dimostrano solo che nei nervi, anzi in ogni piccola porzione di un nervo, esiste una forza elettro-motrice, come esiste nella fibra muscolare. Ma l'origine di una tal forza elettro-motrice è, con tutta probabilità identica a quella della forza elettro-motrice dei muscoli. Non può infatti rivocarsi in dubbio, come avemmo a notare altrove, che nello stesso modo che gli atti nutritivi sviluppano nel tessuto muscolare calorico ed elettricità, debbano anco sviluppare calorico ed elettricità nel tessuto nervoso. Questi atti nutritivi essendo più lenti e più deboli nei nervi che nei muscoli, si troverebbe la ragione perchè la forza elettromotrice sia meno energica in quelli che in questi. L'artificio stesso che è d'uopo adoperare per avere la manifestazione delle *correnti elettro-nervose*, ne dimostra come queste si producano nel solo caso che si mettano fra di loro in comunicazione due parti del nervo diversamente polarizzate.

§ 36°. Se nei nervi esistesse *elettricità libera*, e non quella elettricità che si produce negli atti nutritivi, che in massima parte si ricompone nei nervi stessi, e di cui una porzione solo si mette in circuito nell'atto sperimentale, basterebbe per aver segni della medesima, stabilire due punti di derivazione tra due parti qualunque del sistema nervoso, nello stesso modo che basta per avere una corrente derivata nel filo del galvanometro, stabilire con esso un circuito derivato tra due punti qualunque del filo congiuntivo di una pila. Nè mi si dica che il non potersi ottenere coteste correnti derivate dipenderà forse da che le correnti che circolano per il sistema nervoso sono debolissime, cosicchè l'ago del galvanometro sarà insensibile a quella porzione derivata per il filo dell'istrumento. A questa obiezione infatti risponderò, che queste correnti non dovrebbero essere tanto deboli per produrre gli effetti che si vorrebbero ad esse attribuire, allorchè si suppongono prender parte nelle funzioni del sistema nervoso. Risponderò inoltre, che stando alle leggi delle correnti derivate, siccome la conducibilità del filo del galvanometro è molto, ma molto assai, superiore alla conducibilità dei nervi, per poco intensa che si voglia supporre quella corrente per i medesimi circolante, essa passerebbe quasi in totalità per il filo del galvanometro.

Ora Matteucci e Longet (1) mettendo a contatto di un nervo bene isolato in un animale vivente, in un cavallo, o infiggendo anche nel nervo stesso le due estremità in platino del filo del galvanometro, non ottennero segno alcuno di corrente derivata. E se contro questo risultato da essi ottenuto, si volesse obiettare l'essersi serviti di un galvanometro non sufficientemente sensibile, risponderò, che i segni di corrente derivata sono nulli, anche servendosi del galvanometro di 24 mila giri, come mi risulta da alcune esperienze praticate in modo simile a quelle di Matteucci e Longet, sopra cani e conigli.

§ 37°. Potrebbe poi supporsi che nello stato di riposo o di inazione del nervo, questa elettrica corrente non esista, e che

(1) Matteucci e Longet. *Memoire sur la rélation qui existe entre le sens du courant électrique et les contractions musculaires dues à ce courant. Annales de Chimie et de Physique*, 1844.

si produca solo nell' istante che il nervo entra in attività; ossia nell' istante che trasmette gli atti della volontà, o le impressioni ricevute nelle sue estremità periferiche. Ma a ciò risponderò, che rifacendo quell' esperienza di Matteucci e Longet, ed irritando il nervo in modo da produrre nell' animale sensazione o contrazione, mentre il circuito del galvanometro resta chiuso mediante una porzione del nervo stesso, non si ha segno alcuno di corrente elettrica con quel galvanometro di 24 mila giri. Risponderò, che non possono citarsi in contrario i risultati ottenuti da Puccinotti e Pacinotti (1), inquantochè, secondo il loro modo di sperimentare, per aversi segni di corrente al galvanometro nell' atto che il sistema nervoso di un animale entrava in azione, bisognava infiggere i due stiletti in platino del filo di questo istrumento nel cervello, o nel nervo da una parte, e nel muscolo dall' altra, nel qual caso oltre esser messa in circuito la *corrente muscolare*, può prender parte anche nel fenomeno la *corrente di contrazione.*

Soggiungerò finalmente che tutte le volte che ho praticato le esperienze sulla rana viva, che ho riferito al § 6°. di questa terza Parte, ho tentato anche un altro esperimento, per vedere appunto se, mentre si irrita un nervo, o nella sua parte periferica, o nella sua parte verso l' asse cerebro-spinale, vi era produzione di corrente elettrica, sensibile al galvanometro, o alla *rana galvanoscopica*. Perciò in tutti i casi, chiuso il circuito per mezzo del nervo della *rana galvanoscopica* o del filo del galvanometro, tra le due superficie di sezione del nervo troncato nella sua lunghezza, irrito o pungo quella delle estremità del ranocchio nella quale si distribuisce quel nervo, ma in quell' istante non osservo nessuna contrazione nella *rana galvanoscopica*, nè deviazione alcuna nell' ago del galvanometro. Chiuso il circuito nel modo indicato tra le due superficie di sezione del nervo troncato, irrito o pungo il midollo spinale o il nervo stesso al sortire da questo, ma anche in questo caso la *rana galvanoscopica* non si contrae, l' ago dell' istrumento resta a 0°.

(1) Puccinotti e Pacinotti. *Esperienze sulla esistenza e le leggi delle correnti Elettro-Fisiologiche negli animali a sangue caldo*. Pisa 1839.

Da tutti questi fatti possiamo intanto trarre la conclusione, che l'esperienza non dimostra in modo alcuno la presenza di *elettricità libera* nel sistema nervoso, sia allorchè questo sistema è in stato di riposo o di inazione, sia allorchè entra in attività, trasmettendo gli atti della volontà e le impressioni ricevute.

§ 38° A tutti questi argomenti contro l'esistenza di *elettricità libera* continuamente scorrente per il sistema nervoso degli animali, possiamo aggiungerne altri.

I nervi hanno un grado di conducibilità elettrica molto debole. Essi conducono meno della sostanza muscolare, e di quasi tutti gli altri tessuti con cui si trovano naturalmente a contatto. Ora stando alle leggi della propagazione della corrente elettrica per un sistema di corpi dotati di diverso grado di conducibilità tra di loro a contatto, ne verrebbe, che posto anche partisse dal cervello o dall' asse cerebro-spinale una corrente elettrica, essa abbandonerebbe immediatamente i nervi, e passerebbe per gli altri tessuti a contatto coi medesimi. Quindi non potrebbe servire alla produzione dei fenomeni e all' esercizio delle funzioni esclusivamente proprie del sistema nervoso.

§ 39°. La disposizione anatomica poi di questo sistema è un nuovo argomento contro quella ipotesi.

Il sistema nervoso si divide in un infinito numero di tronchi, di rami, di filamenti secondari, cosicchè, sia nel caso in cui nelle ramificazioni si verifica una vera continuazione della sostanza dei tronchi, sia nel caso che non esiste che una semplice contiguità tra i diversi rami e i diversi filamenti, si dovranno avere tanti punti di derivazione. Per cui supponendo che nell' atto che la volontà comanda un movimento muscolare, parta dal cervello una corrente elettrica, sarebbe impossibile l' ammettere, che l' azione di questa corrente si restringa solo a quel ramo, a quel filamento nervoso che si distribuisce precisamente nel muscolo che vuolsi mettere in movimento, senza deviarsi per i rami laterali. Ora l' esperienze di Van Deen (1) e quelle di Kronenberg (2) dimostrano chiaramente,

(1) Van Deen. *De differentia et nexu inter nervos vitae animalis et vitae organicae*. Lugduni Batavorum, 1834, pag. 27. e seg.

(2) Kronenberg. *Plexuum nervorum structura et virtutes*. Berlin. 1836.

contro i risultati ottenuti da Panizza (1) che le fibre che compongono un tronco nervoso, agiscono isolatamente l'una dall'altra, cosicchè un nervo che forma parte di un plesso, e quindi contribuisce a formare un tronco nervoso, comunica la sua forza motrice, non al tronco intiero, ma esclusivamente alle sue proprie fibre che si trovano nel medesimo.

§ 40°. Se poi esaminiamo attentamente una delle proprietà dell'azione nervosa, che più la ravvicina all'elettricità, cioè la rapidità della sua propagazione, vedremo come anche da questo lato si abbiano motivi per credere che la forza nervosa non sia elettricità, e che il trasporto delle impressioni e delle azioni volontarie non si operi per mezzo di correnti elettriche.

I Fisiologi conoscono le esperienze di Helmholtz, per mezzo delle quali questo Fisico ha misurato la velocità con cui si trasmettono le impressioni nel sistema nervoso (2). Questa velocità fu da esso trovata di trenta metri per minuto secondo. Ora una tale velocità è immensamente minore di quella con cui trascorre l'elettricità per i corpi conduttori. Vero è per altro che una tale velocità dovrà essere minore nella sostanza nervosa, se, come si ammette e come sembra probabile, deve essere per l'appunto minore nei corpi meno conduttori; ma anche ammesso ciò, la velocità dell'elettricità nei nervi non potrebbe essere tanto piccola, come la è comparativamente la velocità con cui essi trasmettono le impressioni, dietro i risultati sopra accennati di Helmholtz.

§ 41°. A tutti questi argomenti contro la esistenza dell'elettricità liberamente circolante per il sistema nervoso, come nei fili conduttori, si potrebbe obiettare il fatto dello *stato elettro-tonico* dei nervi, dicendo che un tal fatto ne dimostra chiaramente, che i nervi si comportano in un modo speciale e tutto loro proprio, riguardo all'elettricità. Cosicchè non seguendo questa nel sistema nervoso le sue leggi ordinarie, tutte le considerazioni dedotte da queste leggi per niegare la possibilità della sua circolazione in quel sistema, non avrebbero più peso alcuno.

(1) Panizza. *Ricerche sperimentali sopra i nervi*. Pavia 1834.

(2) Helmholtz. *Müller's Archiv. für Anatomie und Physiologie*. Anno 1850.

Certamente lo *stato elettro-tonico* presentato dai nervi, è un fatto che non si manifesta nei conduttori ordinarii dell'elettricità, e ne accenna ad una legge speciale cui questa obbedisce, allorchè scorre per la sostanza nervosa. Ma dall'esistenza di questa legge speciale, finora unica, è lecito dedurre che tutte le altre leggi cui sottostà l'elettricità, allorchè ha per conduttori i nervi, sono anche diverse dalle sue leggi ordinarie? nò di certo. Lo *stato elettro-tonico* sembra infatti dipendere dalla condizione di struttura del nervo, più che dalle sue condizioni fisiologiche. Persiste esso nei nervi anche quando questi hanno perduto affatto la loro eccitabilità, non è in nessun rapporto colla loro forza elettro-motrice, come abbiamo di già dimostrato altrove. Persiste in un nervo troncato, le di cui estremità siano rimesse a contatto, mentre non si manifesta in un nervo in cui siasi fatta una stretta allacciatura, tale da interrompere la continuità non solo, ma anche la contiguità della polpa nervosa. Dimodochè possiamo ragionevolmente supporre che se si avesse un altro corpo conduttore, di una costituzione molecolare fisica analoga a quella del nervo, senza essere dotato di vita come questo, esso presenterebbe forse il fenomeno dello *stato elettro-tonico*.

Del resto secondo le norme della sana filosofia, allorchè vediamo che un agente, una forza, di cui si conoscono di già le proprietà e le leggi, agendo in casi particolari e su certi corpi, presenta qualche cosa di singolare e di diverso dall'ordinario, dobbiamo piuttosto ammettere, che tale singolarità dipenda dalle condizioni fisiche di quei corpi, o dalle condizioni particolari in cui questi si trovano.

§ 42°. Inoltre il fatto dello *stato elettro-tonico* è tale da bastare per sè stesso per stabilire, che nei nervi esistano correnti elettriche, liberamente circolanti?

Primieramente lo *stato elettro-tonico* per manifestarsi ha bisogno della presenza di una corrente estranea, che circoli per una porzione del nervo in cui esso si produce. Gli altri stimoli sostituiti a quella corrente, non danno luogo alla manifestazione dello *stato elettro-tonico*.

In secondo luogo la produzione dello *stato elettro-tonico* non si estende che a una certa distanza dalla porzione del

nervo chiusa nel circuito dalla corrente estranea, non già a tutta la lunghezza del nervo.

In terzo luogo, prescindendo anche da questa circostanza ora accennata, e da tante altre considerazioni che tralasciamo di fare, per dire che nelle funzioni del sistema nervoso è messo in azione lo *stato elettro-tonico*, bisognerebbe innanzitutto supporre, che si sviluppi nelle parti centrali, o nelle parti periferiche di quel sistema, allorchè esse parti entrano in azione, una corrente elettrica, che metta in atto lo *stato elettro-tonico*. Ciò sarebbe aggirarsi in un circolo vizioso, e sarebbe partire da una supposizione non giustificata menomamente dalla sperienza, anzi contraddetta dai risultati sperimentali e dalle moltiplici considerazioni di diverso genere esposte in questo Capo.

§ 43°. Concludiamo dunque che, per quanto seducente a primo aspetto sia l'ipotesi che fa dipendere dalla elettricità le funzioni del sistema nervoso, essa non è fondata su nessun fatto sperimentale; è contraria alle leggi generali della trasmissione della corrente elettrica; non è appoggiata da considerazioni anatomiche, che ci possano indurre a vedere nel sistema nervoso un apparato atto a sviluppare e a mettere in circuito correnti elettriche; non può essere sostenuta dalle considerazioni sulla esistenza della forza elettro-motrice dei nervi, nè sul fatto dello *stato elettro-tonico* dei medesimi; non può essere validamente basata sulle analogie, riguardo al modo di propagarsi dell'elettricità e al trasmettersi dell'azione degli stimoli nel sistema nervoso; nè su certe analogie di effetti prodotti dalla forza elettrica e dalla forza nervosa.

Concludiamo finalmente che volere stabilire nello stato attuale delle nostre cognizioni una teoria sulla forza nervosa, sarebbe piuttosto pregiudicare, che vantaggiare i futuri progressi della scienza; e che per fondare solidamente una tale teoria è d'uopo innanzitutto conoscere, con quella esattezza e precisione con cui devono essere conosciute le leggi fisiche, sulle quali voglionsi erigere ipotesi ragionevoli, le leggi di quella forza.



NUOVA MACCHINA PER LA CADUTA DEI GRAVI; DI PIETRO MONTE BARNABITA, PROFESSORE DI FISICA NEL R. LICEO DI LIVORNO.

È conosciutissima la macchina di Atwood; ma quelli che la maneggiano sanno pure le noie grandissime che si incontrano quando vogliansi verificare le note leggi della caduta dei gravi, e la quasi impossibilità di sufficiente esattezza nella sperienza. La macchina che io propongo è di un maneggio estremamente facile, di molta esattezza, e, quel che importa anche, di pochissimo prezzo.

Consiste questa macchina (come si vede nella figura, *Tav. III.*) in un cilindro d'ottone AB, lungo venti centimetri, del diametro di un centimetro circa, al quale è fissata verso la estremità a sinistra, una ruota metallica del diametro di tredici centimetri, munita di 24 piòli lunghi un centimetro. Il cilindro forato alle sue estremità, insieme colla ruota, gira con poco attrito su due perni a vite nei sostegni di ottone ACF, BDH, i quali sono fermati su due lastre ben forti di ferro CD, FH, larghe circa tre centimetri, lunghe poco più di ventidue, fra le quali rimane uno spazio vuoto di quattro centimetri. La larghezza del rettangolo CFHD che formano queste due lastre è circa dieci centimetri. Nel mezzo, per la terza parte della sua lunghezza, il cilindro è fatto a vite del passo di due millimètri, sulla qual vite corre mobilissima una madrevite *g* della grossezza di meno di tre millimetri, munita di due denti come si vede in *x*; inclinata all'asse del cilindro vi è una scala di ottone arbitraria *ef* fermata sulla lastra FH nel punto O per mezzo di un'altra piccola lastra curva; la scala è lunga sette centimetri, larga dodici millimetri, in lamina sottile come quella da termometri, la divisione può essere in millimetri, mezzi millimetri, o altra qualunque; i due denti della madrevite *x* abbracciano questa scala senza stringerla. Alle due estremità del cilindro, a destra della ruota, sono avvolti due cordoncini *m*, *n* di seta in senso contrario, e portano alle estremità due piccoli pesi M, N, diseguali, cilindrici, del diametro di quindici millimetri, dei quali mentre uno sale, l'altro discende; uno è un po' maggiore per

vincere la forza d'attrito, e su questo si aggiunge un altro piccolo peso cilindrico o di altra forma, come diremo più sotto, per mettere la macchina in moto. L'ordigno *pq* che si vede nel sostegno a sinistra, è una piccola leva di primo genere che si muove colla mano sinistra, e serve a dar moto alla ruota, ovvero a fermarla all'uopo. Questa che ho descritto, forse troppo minutamente, è la parte superiore della macchina, e insieme il vero apparecchio; ora descrivo la parte secondaria. P è una lastra di ferro lunga dieci centimetri, larga quattro, sulla quale vien fisso, un po' verso sinistra l'apparecchio descritto. Il tutto è fermato su di una colonnina a base quadra di ferro, del lato di due centimetri con tre piedi V a viti di livello, alta dodici decimetri; nella sua lunghezza scorrono due forcelle S,T come nelle macchine ordinarie. Circa ai tre quarti dell'altezza della colonnina è fissata una lastra di ferro, con un foro rettangolare per ricevere il pendolo QR lungo ottantacinque centimetri, con una lente del peso di un chilogrammo; l'asta del pendolo si prolunga in alto circa cinquantacinque centimetri, e termina in una piccola freccia, e serve così meglio a contare le oscillazioni.

Descriviamo ora qualche esperimento. Colla mano destra facciamo girare il cilindro in modo che l'indice o madrevite *g* sia esattamente sullo zero della scala (si metta sempre la leva *pq* sullo stesso piòlo quando si mette la macchina allo zero, così siamo certi che è precisamente allo stesso punto) si dia moto al pendolo, il quale oscilla per quasi due ore, messo una volta in movimento; moviamo l'ordigno *pq*, il peso maggiore M cade, e l'indice *g* si muove verso destra; dopo tre oscillazioni del pendolo, per esempio, fermiamo a un tratto la ruota colla leva *pq*, e supponiamo che l'indice abbia corso due divisioni esattamente (questi moti sono lentissimi e proporzionali al passo della vite); rimettendo di nuovo l'indice allo zero, dando movimento alla ruota, dopo sei oscillazioni, cioè in tempo doppio del primo, fermando la macchina a un tratto, vedremo che l'indice è all'ottava divisione; ossia lo spazio nella ragione dei quadrati dei tempi; in un tempo triplo troveremo uno spazio nove volte maggiore. È meglio tanto nel primo tempo come negli altri, prendere una media, ripetendo la sperien-

za, il che in questa macchina riesce facilissimo. Suppongasi gravato il peso M di una piccola lastra bislunga, che non passi nella forcella S; sia l'indice sullo zero, si dia moto alla macchina, dopo quattro oscillazioni fermiamola colla solita leva, e supponiamo che l'indice abbia corse cinque divisioni; al punto in cui si trova ora il peso M colla laminetta aggiunta alziamo la forcella S, rimettiamo l'indice allo zero, diamo moto alla ruota, dopo otto oscillazioni fermiamola, troveremo l'indice essere sulla quindicesima divisione; cioè in virtù della velocità acquistata nel primo tempo, in altro tempo eguale, cessando la gravità, il corpo, con moto uniforme, corre uno spazio doppio. In sostanza, nello spazio di pochi centimetri sulla scala detta (e si potrebbe fare anche più microscopica), si sottopongono allo sperimento tutte le leggi note intorno ai gravi che cadono liberamente.

Ho dato qui le dimensioni della macchina fatta fare per me, ma è chiaro che tutte possono variare. Questa macchina fatta in Livorno, costa circa novanta franchi. Ciascun vede poi la grande facilità con cui si potrebbe applicare l'elettricità per avere tutti i movimenti voluti; ma io credo il maneggio di un buon conoscitore, migliore della forza elettrica, l'azione della quale è sempre soggetta ad eventualità. Se un piòlo si fa più lungo degli altri, con un ingegno come quello della sirena di Cagniard, si potranno ottenere gli stessi risultati, calcolando i giri e frazioni di giro nella ruota, sopprimendo la scala. Ma io credo meglio l'uso della scala, e l'altro non l'ho ancora potuto provare; in questo caso si farebbe meno della vite, e la lunghezza del cilindro si ridurrebbe ai due terzi. Si potrebbero anche usare tutti due insieme questi sistemi di moto, e si avrebbero due prove dirette e simultanee delle sopraddette leggi di meccanica.



SUL COGNITO FENOMENO ELETTROSTATICO DI *LIBES*.
NOTA DEL PROF. P. VOLPICELLI.

Sopra un disco di legno ricoperto di taffettà verniciato con resina, poneva Libes (1) un disco metallico, annesso pel centro ad un manubrio isolante; poscia, evitando sempre il più possibile ogni confricazione, separava l'un disco dall'altro, e trovava la resina positiva, ed il sovra posto disco negativo. Il fenomeno era favorito dalla pressione, non solo, ma eziandio dall'essere più d'una le copertine di tela verniciata. Gli effetti erano inversi, cioè il disco diveniva positivo e la resina negativa, se col primo si effettuava uno strofinio sulla medesima. Questa diversità di risultamenti fra la pressione e l'attrito, fece concludere a Libes che la pressione sola, e non l'attrito, era causa dello sviluppo di elettricità positiva nel taffettà verniciato di resina. La diversità medesima per tutti è rimarchevole molto; altri poi la riconoscono non ancora spiegata (2); altri ne danno ragione ammettendo che l'avvicinamento delle molecole fra loro, sviluppi una elettricità opposta a quella sviluppata per l'allontanamento scambievole di esse (3). Quando fosse ciò, si avrebbe un altro motivo a non escludere la possibilità di uno sviluppo elettrico, nell'avvicinarsi dei corpi fra loro, ed uno contrario nell'allontanamento fra i medesimi. Inoltre sembra che questa possibilità non solo venga consentita dalla buona ragione, ma eziandio dal fatto seguente. Nel corso delle sue sperienze, il prof. Zamboni vide (4) con certezza, svolgersi elettricità fra due metalli eterogenei, senza che i medesimi fossero giunti a contatto fra loro, ma solo per essere vicinissimi l'uno all'altro (5). Ciò aveva già il Volta sospet-

(1) *Trattato completo ed elem. di fisica* T: 3. Firenze 1815, p. 171.
(2) Becquerel, *Traité d'électricité*. Paris 1855, T. 1. p. 140.
(3) De la Rive, *Traité d'électricité*. Paris 1856, T. 2. p. 579.
(4) R. P. Pianciani, *Istit. fis. chim.* T. 3. p. 128, Roma 1834.
(5) Zamboni, par. II. p. 209, e seg.

tato (1), ed il Marianini ha poscia dimostrato (2), lo che deve riguardarsi come cosa molto importante per la teorica elettrostatica.

A me pare primieramente che dalla diversità dei fatti sopra indicati, non abbiasi diritto a concludere, che la pressione sia causa dello sviluppo di elettricità positiva dal taffettà verniciato; poichè non può mai la pressione disgiungersi dall'attrito, per lo meno da quello proveniente dagl'incastri delle molecole in superficie, tanto mentre queste giungono a contatto, quanto mentre si separano l'una dall'altra, il quale attrito bisogna di necessità riconoscere inevitabile in ogni pressione. Che se il fenomeno indicato cresce colla pressione (3), ciò vuol dire che cresce nel tempo stesso l'attrito degli incastri colla pressione medesima: inoltre se quel fenomeno cessa tosto che il taffettà perda quel glutine, che rende la sua superficie facilmente compressibile (4), ciò significa che diminuendo la compressibilità diminuisce l'attrito degl'incastri, il quale diverrebbe nullo fra corpi perfettamente duri e levigati. Secondariamente avendo noi vedute per via di sperienza, che l'attrito leggiero di strofinio, come pure l'attrito d'incastro, genera nelle resine la elettricità positiva (5), potremo dire che il fenomeno del Libes a questo attrito unicamente, cioè ad un attrito leggiero, e non alla pressione deve la prima fase. Possiamo però andar più oltre a fine di spiegare il fenomeno stesso, riflettendo essere generalmente ammesso, che si manifesti elettricità negativa o positiva, in quello di due corpi che si stropicciano insieme, secondo che nel medesimo sieno più o meno ampie le oscillazioni delle molecole superficiali dallo strofinio cagionate. Le nuove sperienze da noi riferite (6), e quelle che verranno pubblicate in seguito su tale argomento, confermano questo principio, e lo generalizzano, perchè lo mostrano vero

(1) Volta, T. II. par. II. p. 61.
(2) *Mem. della Società Italiana*, T. XXI. p. 253.
(3) R. P. Pianciani, *Istituzioni fisico-chim.* T. 3. p. 29, Roma 1834.
(4) Idem.
(5) Vedi pag. 143 e seg. degli *Atti dell'Acc. pont. de' Nuovi Lincei.* T. XII. an. 1859.
(6) Idem.

anche in uno stesso corpo, il quale stropicciato colla medesima sostanza diviene negativo o positivo, secondo che l'attrito è più o meno forte. Ciò si verifica non solo quando il corpo stropicciato si trovi allo stato naturale, ma pure quando si trovi elettrizzato; nel qual caso la elettricità, come abbiamo veduto (1), può cangiar natura, mediante lo strofinio stesso, che da negativa la renderà positiva, se sarà leggiero; e da positiva negativa se sarà energico, potendosi questi passaggi ripetere indefinitivamente.

Dopo ciò sembrami che il fenomeno di Libes nella prima parte debbasi all'attrito che accompagna la pressione, il quale poichè leggiero, genera nella resina che ricuopre il taffettà oscillazioni molecolari poco ampie, quindi elettricità positiva nella resina medesima; ed anche v'influisca, fra metalli specialmente, l'elettrotismo.

Ho trovato che, se l'estremo di un cannello di cera di Spagna si prema leggiermente colle due dita della mano, ricoperta di un guanto di lana, od anche di qualunque altro tessuto, e procurando che non si generi attrito di sorta, da quello in fuori che accompagna la pressione, la cera medesima diviene positiva, e ciò per la ragione ora indicata (2).

Premendo senza più un disco di cera di Spagna con uno di metallo isolato, e poi portando questo presso l'elettroscopio, si trova essere negativo; dunque la cera di Spagna divenuta positiva, lo è per l'attrito leggiero degl'incastri che accompagna la pressione.

Premendo pel manubrio isolante il disco superiore di un condensatore, e poi sollevando nell'isolamento il disco medesimo, si trova tanto questo quanto l'inferiore provveduto di elettricità negativa; e ciò perchè la pressione del metallo contro la cera di Spagna che separa i due dischi, ha cagionato mediante un leggiero attrito la elettricità positiva in essa, e la negativa nei dischi.

Il medesimo fatto si verifica premendo colle dita i due di-

(1) Vedi pag. 145, e seg. degli *Atti dell' Acc. pont. de' Nuovi Lincei*, T. XII. an. 1859.

(2) Idem.

schi del condensatore uno contro l'altro. In questo caso la elettricità positiva della cera di Spagna genera la negativa nei dischi medesimi, la quale si manifesta subito che vengano essi l'uno dall'altro separati. Gli stessi fatti hanno luogo anche quando il disco superiore non sia ricoperto di cera di Spagna, ma questa si trovi solamente sopra l'inferiore.

Se invece di premere un disco contro l'altro, si faccia invece uno scorrere sull'altro, e si generi fra essi l'attrito di strofinio, in tal caso i dischi diverranno ambedue positivi, tanto se la vernice si trovi sopra uno, quanto se sopra l'uno e l'altro dei medesimi.

Mi è occorso vedere che un disco, sia di rame, sia di zinco, purchè isolato con un manubrio di vetro verniciato, se venga fortemente stropicciato sopra un quinterno di carta ordinaria da scrivere, diviene elettro-positivo, e quindi la carta negativa: che se venga semplicemente premuto sulla medesima, esso mostra elettricità negativa, e quindi la carta si elettrizza in contrario.

Ho preso una lastra di cera di Spagna ben piana, tre decimetri quadrati, e vi ho posto sopra un disco, sia di rame, sia di zinco, connesso pel suo centro ad un manubrio bene isolante. Stropicciando piano il disco sulla cera di Spagna, questa si mostrava positiva, ed il disco negativo; ma stropicciando forte il disco medesimo, la cera si mostrava negativa ed il disco positivo. Vidi altresì che tornando a stropicciare piano si otteneva il positivo, e forte il negativo dalla detta cera; e così successivamente, cioè si otteneva dalla cera di Spagna, coll'uno o l'altro dei due indicati metalli, la polarità alternativa indefinita, che ottenni con altre sperienze già da me pubblicate (1).

Tutto ciò generalizza il fenomeno di Libes; e la spiegazione del medesimo pare debba consistere nella maggiore o minor ampiezza delle vibrazioni molecolari. Le sperienze ora esposte si confondono con quella del Libes, e si spiegano colla medesima, per mezzo dello stesso principio, cioè per l'attrito leg-

(1) Vedi p. 143 e seg. degli Atti dell'accad. pont. de'Nuovi Lincei T. XII.

giero che genera, specialmente nella resina, la elettricità positiva; e per quello energico il quale produce la negativa: forse perchè il primo cagiona vibrazioni molecolari meno ampie del secondo.

A me per ora basta osservare, che l'indicato fenomeno di Libes troppo restò sino al presente isolato; mentre poteva entrare fra molti altri simili, ed essere un corollario di un fatto più generale. Fra questi sono da ricordare quelli osservati dal Volta (1), il quale verificò un fenomeno simile a quello di Libes coi metalli posti sopra carta, panno, cuojo, legno: ed è probabile che il fenomeno stesso abbia luogo anche premendo fra loro sostanze ambedue non metalliche. Il fenomeno in proposito adunque, in quanto alla sua prima parte, procede dall'attrito d'incastro, cioè da quell'attrito, il quale accompagna sempre la semplice pressione, ed una dev'essere la maniera di spiegare questi fatti; però non perdendo mai di vista l'elettrotismo. La elettricità che fra i corpi ha luogo per questo leggiero attrito, diversifica nella quantità e qualità da quella che si manifesta nei medesimi per attrito di strofinio fra loro, cioè per l'attrito che si genera nello scorrere dei corpi l'uno sull'altro. Darò maggiore sviluppo a questa materia, quando avrò potuto ripetere le nuove sperienze già da me fatte sulla medesima, e quando avrò potuto separare, se sarà possibile, la parte che in esse appartiene all'attrito di semplice pressione, da quella che riguarda l'elettrotismo.



INTORNO ALLE SUPPURAZIONI BLEU; NOTA DEL DOTT. GIACINTO NAMIAS.

(*Atti Dell'Istituto Veneto*, T. IV. Serie III. p. 987).

Nell'adunanza 26 Luglio dello scorso anno ho indicato che il sig. Schiff nella materia marciosa bleu separata dalla piaga

(1) R. P. Pianciani istit. fisi. chim. T. 3, pag. 104. Roma 1834.

di un canchero trovò il fosfato di ferro, e aggiunto essere probabile che il siero marcioso tinto in bleu o in verde gemente dalle piaghe dei vescicanti di una idropica con albuminuria da me curata, dovesse a quel fosfato il suo colore. Mi si presentò recentemente il caso di cangiare in certezza codesta probabilità. Venne portata nelle sale a me affidate una ragazza anasarcatica negli ultimi giorni della sua vita, alla quale ho fatti applicare vescicanti sui piedi allo scopo di diminuire l'esorbitante loro gonfiezza. Staccatasi l'epidermide e curata la piaga coll'unguento refrigerante; le pezze si colorarono in bleu, e conseguirono la medesima tinta applicandole anche senza pomata. Ho mandati questi pannilini al direttore della farmacia del nostro grande ospedale sig. Cappelletto, raccomandandogli di eseguire sperimenti di confronto su alcune parti non macchiate del medesimo tessuto. Riporto qui le comunicazioni, che gentilmente egli mi ha fatte, deducendo *indubitabile la presenza contemporanea di ferro e fosforo nelle macchie suddette*. La fanciulla in breve morì, nè si poterono raccogliere le urine che essa inavvertitamente perdeva da quando entrò nell'ospedale. Nella sezione del cadavere vidi i reni atrofici e con apparenza lardacea, come nelle più avanzate degenerazioni del morbo di Bright: ritengo dunque che vi fosse anco in questo caso, come nell'altro accennato, l'albuminuria.

Leggo ora un articolo del Nelaton (1) sulla suppurazione azzurra, il quale attribuisce questa e la verde alla materia colorante della bile, tingente pure in verde, a suo avviso, il meconio dei neonati, i flussi intestinali ec. In una grave itterizia ho or ora veduta io pure la marcia separata dalla piaga di un vescicante aperto all'epigastrio del colore verde porraceo proprio della bile densa, differente dalla tinta bleu o verde chiara riscontrata nelle donne idropiche, di che ho fatto parola. Nella mia itterica la materia biliare colorava la cute e le membrane sierose (come nella dissezione del cadavere mi assicurai) per la sua presenza nel sangue, e doveva quindi manifestarsi anche nella marcia i cui principj scaturivano da

(1) Annali di chimica applicata alla medicina del Dott. Giovanni Polli, febbrajo 1859.

quello. Ma ciò che in simili congiunture accade, non meno chè nel passaggio della bile a tingere il meconio o le feccie, non può estendersi alle suppurazioni verdi e bleu di ammalati in cui mancano lo spargimento biliare e il morbo epatico. Il fosfato di ferro capace di dare alla marcia quella tinta, fu in essa discoperto colle indagini chimiche.

N. 1. *Reazioni sulle macchie quali si trovano sopra il tessuto.*

L'acido tannico vi produce una macchia nerastra.

Lo solfo-cianuro potassico una macchia verdastra, ma che sopravversatovi un acido, diventa rossa.

Il cianuro ferroso-potassico nessuna macchia, ma sopravversatovi acido, diventa azzurra.

Le stesse reazioni eseguite sul medesimo tessuto, ma fuori del limite delle macchie, riescono inerti.

N. 2. *Reazioni sopra l'acido cloridrico messo a contatto delle macchie, e poi diluito.*

Lo solfocianuro potassico arrossa immediatamente il liquido.

Il cianuro ferroso potassico lo rende subito azzurro.

L'ammoniaca versata fino al punto di neutralizzazione lo intorbida; feltrato resta limpido anche con l'aggiunta di solfato magnesico, ma nuova aggiunta di ammoniaca vi determina un precipitato bianco cristallino.

Lo stesso procedimento eseguito sulla tela non macchiata riesce affatto privo di ogni reazione.

N. 3. *Reazioni sopra il liscivio dei sali rimasti dopo l'ustione della tela macchiata, ustione completamente eseguita col mezzo del nitrato potassico.*

Lo solfocianuro potassico nessuna reazione.

Egualmente il cianuro ferroso-potassico.

N. 4. *Reazioni sopra lo stesso liscivio, ma addizionato di acido cloridrico per cui si disciolse in totalità anche il deposito esistente.*

Precisamente identiche, ma più pronunciate di quelle al N. 2, come pure nessuna reazione si ottenne sul liscivio dei sali rimasti dopo l'ustione del tessuto non macchiato, benchè addizionato di acido cloridrico.

Dal complesso di queste reazioni è indubitabile la presenza contemporanea di ferro e fosforo nelle macchie suddette.



INTORNO AL TEMPO IN CUI AVVIENE IL CANGIAMENTO DELLA FECOLA IN DESTRINA E ZUCCHERO PER L'AZIONE DELLA SALIVA; MEMORIA DEL PROF. M. VINTSCHGAU DI PADOVA.

(*Atti dell'Istituto Veneto*. T. IV, Serie III, p. 1026).

Leuchs, come è ben conosciuto, dimostrò pel primo la saliva agire sulla fecola cangiandola in destrina e zucchero; ora sebbene tutti i fisiologisti sieno al giorno d'oggi di ciò pienamente convinti, pure non si trovano essi d'accordo quando sapere si desideri se questa azione debba attribuirsi alla saliva pura od a quella che, rimasta per alcun tempo esposta all'ária atmosferica, sofferse delle modificazioni; ed anche quelli che asseriscono essere la saliva pura e recente fornita di questa proprietà, non s'accordano tra loro riguardo al tempo necessario a tale cangiamento; ed ecco che Giovanni Müller, Schwaan, Purkine ed altri, ammettendo la saliva tolta dal corpo animale agire sulla fecola, negano quest'azione alla saliva introdotta nello stomaco, affermando gli alimenti rimanersi troppo breve tempo in bocca, e giunta la saliva nello stomaco trovarvi il succo gastrico che le toglie ogni azione. A combattere

l'ultima parte di questa osservazione si levarono di già il Frerichs, il Lehmann, il Jambowisch, lo Schroeder ed altri, dimostrando: che quand'anche la saliva era resa acida a mezzo d'un acido diluito anorganico od organico, oppure era commista al succo gastrico, sia naturale sia artificiale, conservava il potere di cangiare la fecola in destrina e zucchero per cui rimaneva ancora a dimostrarsi la saliva possedere un'azione pronta sulla medesima. Jambowitsch e Schmidt affermano essere dopo 10 minuti la fecola per l'azione della saliva trasmutata in zucchero, e Frerichs asserisce che la formazione di zucchero è instantanea unendo fecola, saliva ed alcune gocce di potassa caustica, e portando il miscuglio all'ebollizione, mentre, agendo sulla fecola nella stessa maniera senza far uso di saliva, non si ottiene effetto di sorta; e Funke, nella sua *Fisiologia* avverte, che introdotta della colla d'amido nella bocca appena trascorso un minuto e qualche volta anche prima si trovano delle tracce di zucchero. Ma ben si scorge che quantunque gli esperimenti di Jambowitsch e Schmidt indichino precisamente il tempo necessario alla formazione dello zucchero, pure essi non s'accordano al certo gran fatto colle osservazioni di Funke, e gli esperimenti di Frerichs non rappresentano le condizioni normali dell'animale economia.

Bernard, a cui niuno può negare e talento e destrezza particolare nello sperimentare, si sforza di provare la saliva solo allora avere un'azione sulla fecola ch'essa subì un qualche cangiamento rimanendo esposta per varie ore all'aria, e crede consistere l'importanza della saliva nella sola sua azione meccanica, tanto più che molti altri fluidi del corpo animale, oltre la saliva, cangiano l'amido in destrina e zucchero.

Vedute queste diversità nelle opinioni, è ben naturale d'esaminare a quale d'esse convenga tenersi, di più avendo istituito tanto nell'anno decorso quanto al principiare di questo, alcuni esperimenti nelle mie lezioni pubbliche di fisiologia sulle proprietà fisiologiche della saliva, fui condotto a fare una serie d'esperimenti destinati a vedere se sia fondata o meno l'asserzione di Bernard, ed a determinare il tempo necessario affinchè per l'azione della saliva recente sulla fecola si palesino le prime tracce di zucchero. Di questi esperimenti alcuni ven-

nero istituiti nel Marzo dell'anno decorso, ma altri studii m'impedirono allora di terminarli, e soltanto alcuni or sono due mesi.

In questi esperimenti trattavasi principalmente d'assicurarsi che tutte le cagioni d'errore per quanto è possibile, fossero rimosse, e che venisse sempre esperimentato in circostanze pressochè eguali.

Lassaigne e Wright dimostrarono che una temperatura bassa ritarda, mentre una temperatura mediocre favorisce l'azione della saliva; ne venne quindi l'avvertenza di far uso d'una temperatura che s'avvicinasse a quella del corpo animale. A questo scopo collocai in un bagno d'acqua, la cui temperatura oscillava tra i 34 e 40 c. i tubi d'assaggio contenenti la saliva e la colla d'amido, ve li lasciai dai cinque ai dieci minuti, tempo certo sufficiente perchè il fluido dei tubetti raggiungesse la medesima o pressochè la medesima temperatura dell'ambiente.

Una seconda condizione, a cui dovetti soddisfare, si fu che la saliva fosse recente, nè fosse inquinata di qualche sostanza eterogenea, quindi negli esperimenti fatti l'anno decorso la sera prima di coricarmi dopo scialacquata ben bene la bocca, colla semplice immaginazione di qualche cosa aggradevole al palato, otteneva una secrezione abbondante di saliva che, raccolta sopra un filtro, veniva liberata dalle bolle d' aria e da quelle sostanze che vi potevano essere sospese. Non essendo la stagione molto avanzata, e la stanza in cui era tenuto il filtro non raggiungendo mai una temperatura maggiore dei 10° c., tenni per fermo la saliva, durante le dodici ore che rimaneva sul filtro, non potersi decomporre; però in quest'anno la raccolsi nella stessa maniera la mattina appena alzato, per cui la saliva non rimaneva sul filtro giammai un tempo maggiore di quattro ore, spesso un tempo minore.

Siccome io feci gli esperimenti colla saliva dell'uomo, il quale assume solo fecola cotta o modificata, così fu mia cura di preparare ogni volta della colla d'amido e d'esperimentare se essa da sola produceva la riduzione del reagente cupro-potassico, o meno, e solo non ottenendo la riduzione ne faceva uso. Questa stessa avvertenza l'ebbi per la saliva estraendone una piccola parte coll'alcool, evaporando l'estratto alcoolico a

bagno maria, ed il residuo disciolto nell'acqua veniva trattato col reagente cupro-potassico, altra volta invece trattava direttamente la saliva collo stesso reagente.

La prova più sicura della presenza dello zucchero si è d'ottenerlo in sostanza per riconoscerlo dalla forma dei cristalli a mezzo del microscopio e senza timore d'errore a mezzo dei varii reagenti; ma pur troppo la quantità di zucchero, che in questi esperimenti si ottiene, è sì piccola, che conviene accontentarsi di dimostrarne l'esistenza con una reazione che non lasci punto a dubitare della sua esattezza, quindi il miscuglio di saliva, colla d'amido, destrina e zucchero veniva ogni volta trattato con una grande quantità d'alcool, l'estratto alcoolico filtrato, evaporato a bagno maria, il residuo nuovamente disciolto nell'acqua, filtrato, e solo il fluido così ottenuto veniva esperimentato col reagente cupro-potassico, non trascurando tutte quelle precauzioni da tutti abbastanza conosciute per essere ora taciute.

Frerichs dimostrò che la saliva esercita la sua azione sulla fecola quand'anche il miscuglio fosse trattato coll'alcool; dovea esser quindi mia cura di ripetere questo esperimento per vederne più dettagliatamente le condizioni. Aggiunsi alla saliva della colla d'amido coll'avvertenza di non riscaldarla dapprima, ma di tenerla in quella temperatura in cui dovea più tardi rimanere l'estratto alcoolico; una parte d'esso venne di subito filtrata, evaporata ed il residuo disciolto nell'acqua, filtrato ed esperimentato col reagente cupro-potassico, non produsse riduzione di sorta; l'altra parte la lasciai stare per ben ventiquattro ore in una temperatura mediocre, e sottoponendola in seguito ai medesimi esperimenti, riconobbi a tutta evidenza la presenza dello zucchero. L'esperimento indicava a sufficienza di non dover lasciare il miscuglio unitamente all'alcool per varie ore in una temperatura mediocre, e il tempo necessario a tutte quelle operazioni esser troppo breve, perchè la saliva cangiasse l'amido in zucchero. Poteva però sorgere un dubbio cioè che quand' anche il tempo necessario alla filtrazione ed all'evaporazione fosse troppo breve perchè incominciasse il processo del cangiamento dell'amido in destrina e zucchero, quando questo venisse incominciato per l'azione d'una temperatura più

elevata e senza la presenza dell'alcool, esso continuasse anche quando la temperatura si fosse abbassata e che al miscuglio venisse aggiunto dell'alcool. Per rimuovere questa obbiezione feci alcuni esperimenti, di cui gli uni erano diretti a mantenere il miscuglio mentre filtrava ed il fluido filtrato in una temperatura vicina allo zero, gli altri ad abbreviare il tempo della filtrazione ed evaporazione, ma pur troppo essi non furono sufficienti a togliere ogni dubbio; però gli esperimenti fatti per determinare il tempo in cui avviene questo cangiamento, dimostrano vana tale obbiezione. Tutte queste precauzioni varranno a tranquillare anche lo spirito più severo e saranno guarentigia del valore dei risultati ottenuti.

I primi esperimenti furono di versare della colla d'amido colorata in bleu dall'iodio nella saliva; essi vennero già istituiti da altri fisiologisti come, a modo d'esempio, dal Bernard, ma niuno esperimentò nelle circostanze da me avvertite, per cui non si trova fatto cenno che il colore bleu della colla d'amido sparisca nel momento stesso che si versa nella saliva. Questo esperimento esige la precauzione di versare la colla d'amido goccia a goccia, perchè essendo soverchia la quantità, deve trascorrere qualche minuto secondo prima che sparisca del tutto il colore e se oltrepassa un certo grado, la saliva non può agire su tutta la colla d'amido aggiunta.

Questi esperimenti vennero ripetuti parecchie volte, e sempre col medesimo successo: restava ancora a vedersi se il fatto valeva per l'amido non cotto, e l'esperimento ripetuto nelle condizioni sopraddette dimostrò: non succedere una decolorazione perfetta istantanea, ma una diminuzione notabile nel colore, e solo dopo qualche tempo il fluido divenire perfettamente incoloro, per cui viene di bel nuovo provato la saliva degli onnivori agire più facilmente sulla fecola cotta che sulla cruda.

Questi esperimenti permettono un'obiezione sola, cioè la decolorazione avvenire forse per l'alcalinità della saliva, ma quando riflettere si voglia, come l'esperimento il dimostra, che operando alla temperatura ordinaria la decolorazione succede lentamente, e che acidificando la saliva con un poco d'acido acetico, quantunque la decolorazione non sia istantanea, pure essa succeede molto più rapidamente che agendo a freddo, e

questa più lenta azione viene spiegata dalla diluzione sofferta dalla saliva.

Affinchè si possano scorgere le prime tracce di zucchero per l'azione della saliva sulla colla d'amido, fa d'uopo che trascorrano almeno dodici secondi, dopo il qual tempo si può essere certi che, operando con tutte le precauzioni indicate, si avrà una manifesta riduzione dell'ossido di rame, mentre se il tempo è più breve non avviene riduzione di sorta: questo fatto distrugge interamente l'obbiezione sopraccitata, dimostrando a tutta evidenza che durante la filtrazione e l'evaporazione dell'estratto alcoolico non continua il processo del cangiamento dell'amido in destrina e zucchero quando si operi abbastanza rapidamente ed in una temperatura mediocre.

Gli esperimenti fatti coll'amido non cotto e colorato in bleu dall'iodio indicavano già bastantemente che la formazione dello zucchero non sarebbe molto sollecita, e gli esperimenti diretti provarono solo dopo trascorsi tre minuti trovarsi le prime tracce di zucchero.

Io credo d'avere a sufficienza dimostrato la saliva recente agire sulla fecola sì cotta che cruda, ed il tempo in cui gli alimenti amilacei rimangono nella bocca essere sufficiente per incominciare almeno il cangiamento della fecola in destrina e zucchero.

La massima parte dei nostri alimenti amilacei subirono già almeno un processo di disaggregazione, sia a mezzo d'una temperatura elevata, sia a mezzo d'un qualche altro agente; arrogi che molti d'essi vengono introdotti nella bocca avendo una temperatura spesso superiore ai 40° c., e la saliva stessa che nei condotti escretori possiede, secondo le osservazioni di Ludwig e Kupfer, una temperatura di circa un grado di celso maggiore di quella del sangue arterioso, dovrà necessariamente nella cavità della bocca possedere una temperatura per lo meno non inferiore a quella della stessa, condizioni tutte che favoriscono di già in bocca il cangiamento della fecola in destrina e zucchero.



INTORNO AD UN CASO DI ESPURGAMENTO DELLA SETA.

(Estratto di una Memoria letta alla R. Accademia delle Scienze, da ASCANIO SOBRERO ; Febbrajo 1860).

Ora fanno due anni incirca, un distinto tintore di Torino, riceveva da uno dei precipui fabbricanti di stoffe di seta, una quantità notevole di organzino, coll'incarico di tingerlo in colori oscuri (verde e nero). Il tintore si poneva all'opera; ma nell'eseguire l'espurgamento s'avvide che la seta non si comportava col sapone come di solito il fa la seta di buona qualità; il bagno di sapone (preparato d'altronde come l'arte prescrive, e come il tintore era uso a prepararlo in simili casi) si fece magro, perdette cioè colla ebollizione l'aspetto suo di una emulsione, diventando limpido. La seta dopo l'espurgamento non avea ricevuta la nettezza, e la purezza che sempre si erano conseguite col medesimo procedimento. La mala riuscita di questa prima operazione si fece poi manifesta ancor più quando la seta venne sottoposta alla tintura: il prodotto riuscì di così poco bella apparenza e di colore così smorto e sporco che si giudicò affatto inservibile a fabbricare tessuti accettabili in commercio. Poco tempo dopo il medesimo tintore procedeva allo espurgamento di una nuova partita della seta medesima: questa volta il fenomeno si mostrò ancor più manifesto, giacchè non solo si fece magro il bagno di sapone, ma sovr'esso si formò una schiuma, o meglio una crosta insolubile. Non è a dirsi che anche in questo secondo caso la seta riuscì malamente espurgata, e ricevette malamente la tintura.

Questi fatti furono, come era naturale, cagione di dissidio tra il tintore ed il fabbricante di stoffe; questi incolpava della non bene riuscita operazione l'imperizia o la trascuratezza del tintore, il quale non potea ammettere una cosiffatta incriminazione, giacchè era conscio d'aver seguito un procedimento che sempre per lo addietro aveagli dati buoni risultamenti, ed attribuiva il funesto caso a qualche qualità nuova e non cono-

sciuta della seta a lui consegnata. Questa opinione d'altr
egli trovava conforme alle voci che correvano, di adulteri
ni alle quali andava spesso soggetta la seta, divenuta in
torno merce carissima, e perciò materia acconcia a frodi
rette a disonesto guadagno. A risolvere la insorta questi
convennero, tintori, e fabbricanti, che fosse necessario ri
rere a chimiche indagini, delle quali mi diedero l'incarico.

Non esporrò minutamente le ricerche varie colle quali i
cai di darmi ragione dei fenomeni osservati; ma solo dirò d
principali, per le quali d'altronde fu risolta la questione.

Oltre alla seta di cui ho parlato fin qui e che indich
col N°. 1 io me ne procacciai altre quattro, cioè tre organ
(N°. 2, 3, 4) ed una dell'aspa, cioè quale si ottiene dalla o
razione della trattura: questa era indigena; le altre di pro
nienza sconosciuta. Così operando sopra sete di natura diver
potei più facilmente scorgere in che peccasse la seta incrimi
nata.

Essiccamento — Ho eseguito questa operazione a + 100°
Le perdite in peso furono le seguenti:

N° 1.	perdita	10,84 %
» 2.	»	10,44 »
» 3.	»	10,56 »
» 4.	»	10,09 »
» 5.	»	9.82 »

La perdita in peso fu pressochè la medesima in tutte le
sete: quella del N. 5 si mostrò meno umida forse perchè di-
versa dalle altre come non ancora assoggettata alla tonitura. Du-
rante l'essiccamento non potei riconoscere nella seta N. 1, nes-
suno di quei cangiamenti di colore o di quegli odori special
che indicar possono l'addizione di materie destinate ad accre-
scere il peso di tal merce (*surcharge* dei francesi).

Ricerca delle materie solubili nell'acqua. Trattai ciascuna
delle 5 sete con acqua distillata bollente per parecchie ore, fin-
chè esse più nulla non cedessero del loro peso. Le perdite si
espongono qui ragguagliate alle sete seccate a + 100.

N°. 1.	mat.	solub.	23,23	%
» 2.	»	»	21,66	»
» 3.	»	»	20,37	»
» 4.	»	»	16,47	»
» 5.	»	»	15,76	»

La materia complessa esportata dall'acqua delle sete acconnate avea i caratteri ch'essa presenta naturalmente, la seta N. 1 non mostrò altra differenza dalle altre, se non la diminuzione di peso maggiore a cui andò soggetta.

Esperienze di espurgamento. Ho determinato quanto le sete prese ad esaminare perdessero per l'espurgamento col sapone per tale operazione; mi servii del sapone stesso stato impiegato dal tintore; ma usai la precauzione di non assoggettare le sete all'azione del liquido espurgatore che dopo averle esaurite con acqua bollente (1). Riassumo qui le perdite sofferte dalle 5 sete, supposte seccate a + 100°.

N°. 1.	perdita	24,95	%
» 2.	»	26,07	»
» 3.	»	24,88	»
» 4.	»	24,06	»
» 5.	»	23,98	»

Le perdite in peso sofferte dalle sete esaminate non sono molto diverse le une dalle altre. La seta N. 1. non si mostrò la più ricca di materie esportabili dal sapone. Queste sperienze, come le precedenti non arrecarono perciò luce veruna nella questione.

Ricerca e determinazione delle materie inorganiche. Una digestione alquanto protratta della seta nell'acido cloridrico debole, ne toglie interamente le materie inorganiche. Il residuo brucia senza lasciar traccia di ceneri. Ma quando si vuole procedere all'isolamento delle basi disciolte, si trova difficoltà

(1) La seta N. 1 trattata senza questa precauzione, con soluzione di sapone, mi presentò in piccolo gli stessi fenomeni che eransi osservati nell'officina del tintore, cioè il dimagramento del bagno, ed imperfetta riuscita dell'espurgamento.

nel distruggere la materia organica che le accompagna. Ho trovato miglior partito bruciare la seta in una cassola di porcellana o di platino entro un forno a coppella moderatamente riscaldato. La combustione procede molto comodamente; le ceneri si ottengono bianche ed affatto esenti di materia carbonosa. Consegno nel seguente quadro i risultamenti ottenuti, ragguagliati ancora alle sete seccate a + 100°.

Seta N°. 1.	ceneri	%	0,770 — 0,994 — 1,012
» 2.	»	»	0,732 — 0,896
» 3.	»	»	0,899
» 4.	»	»	0,761
» 5.	»	»	0,644.

Della natura delle ceneri della seta poco si è scritto, per quanto è a mia conoscenza. La presenza della calce fu accennata dal sig. Guinou, tintore di Lione, in una sua Memoria pubblicata nel Technologiste nell' Aprile del 1856. Investigando l' indole delle ceneri ottenute dalle 5 sete per me esaminate, le trovai tutte contenenti calce, magnesia, sesquiossido di ferro ed allumina. Pongo qui le determinazioni di queste basi: l'allumina ed il sesquiossido di ferro si determinarono cumulativamente:

N°. 1.	calce	da 0,420 a 0,489
	magnesia	0,142
$(Fe^2O^3) + (Al^2O^3)$		da 0,162 a 0,450
N°. 2.	calce	da 0,420 a 0,475
	magnesia	0,132
$(Fe^2O^3) + (Al^2O^3)$		da 0,180 a 0,289
N°. 3.	calce	0,594
	magnesia	0,153
$(Fe^2O^3) + (Al^2O^3)$		0,152
N°. 4.	calce	0,582
	magnesia	0,112
$(Fe^2O^3) + (Al^2O^3)$		0,067

N°. 5.	calce	0,526
	magnesia	tracce
$(Fe^2O^3) + (Al^2O^3)$		0,118.

Risulta dagli allegati numeri che la proporzione dei materiali inorganici varia nelle sete diverse, e varia nella seta medesima, la quale non è per questo lato omogenea. Risulta pure che la seta N. 1 si fu quella che si mostrò più ricca di tali materie, delle quali la proporzione ascese fino ad oltre 1 %.

Non ho quasi mestieri di dire che l'osservazione di questo fatto mi diede la spiegazione dei fenomeni che si presentarono nell'officina del tintore. Le basi inorganiche tutte capaci di combinarsi cogli acidi grassi furono esse che generarono il sapone insolubile, che insudiciò la seta nella prima esperienza di espurgamento, e che nella seconda formò la crosta galleggiante sul bagno. Io aveva raccolta una certa quantità di questa crosta o schiuma, e l'assoggettai a ricerca delle basi inorganiche: vi rinvenni accumulate la calce, la magnesia, e con esse il sesquiossido di ferro e l'allumina. Ecco i risultamenti ragguagliati a 100 parti di materia seccata a + 100.

Calce	6,730
Magnesia.	1,351
Allumina.	0,125
Sesquiossido di ferro .	0,376
	8,582

L'origine delle materie terrose che si rinvennero nella seta nelle suaccennate ricerche può essere varia. Io reputo contenersi le basi, calce, magnesia, sesquiossido di ferro ed allumina naturalmente nel prodotto serico del filugello. Ciò mi risulta da un'analisi qualitativa eseguita sulle ceneri ottenute da involucri di bozzoli vergini, e solo stati assoggettati alla cottura diretta ad uccidere le crisalidi. Credo tuttavia che una parte delle medesime basi provenga dalle acque colle quali si procede alla trattura della seta. Qual sia la proporzione normale di ceneri nella seta *naturale* quale cioè esce dal corpo del filugello, non si potrebbe dire che dopo molte e ripetute ricer-

che, a cui forse avrò occasione tra poco di applicarmi, dalle quali tuttavia non spero certezza di risultamenti, dovendo variare la proporzione delle materie summenzionate, col variare della razza dei filugelli, nella natura del loro alimento, e della condizione loro di salute più o meno perfetta. Se poi dalla seta naturale si fa passo alla seta svolta dai bozzoli nelle filande, ognuno comprende che nuove cagioni sopraggiungono per le quali la proporzione delle materie inorganiche deve andar soggetta a variazioni notevoli, e basterà accennare la natura delle acque più o meno calcari e magnesiache, il rinnovamento più o meno frequente dell' acqua nelle bacinelle ec. La seta su cui durante la trattura si evapora l' acqua che ne agevola lo svolgimento, deve ritenere i sali terrosi che in questa si trovano. Pertanto il fatto sopraccennato si può spiegare senza che sia d' uopo di ricorrere ad opera fraudolenta, diretta ad accrescere il peso della seta.

Un osservazione analoga a quella che diede occasione a queste ricerche, già fu fatta dal sig. Guinou: (Vedi la Memoria sovracitata). Vide egli prodursi nelle stoffe di seta tinte, macchie, o punti scuri, i quali specialmente si manifestano nella operazione del cilindramento. Il sig. Guinou attribuisce tali macchie o punti, alla formazione di un composto insolubile, generato dalla combinazione degli acidi grassi, del sapone impiegato, colla calce, che egli rinvenne in proporzione notevole nelle sete, che presentavano tale fenomeno. La proporzione della calce trovata dal chimico citato oscilla tra gr. 0,30, e 0,79 per 1 chil. di seta. Tale proporzione è dimolto inferiore a quella che io ho trovato nei saggi surriferiti, dai quali d' altronde si deduce che non soltanto la calce, ma la magnesia altresì, l' allumina, ed il sesquiossido di ferro concorrano alla produzione del sapone insolubile, ed ostano perciò alla buona riuscita dell' espurgamento. Per quanto mi venne vagamente accennato, mi consta che la seta N. 1 era di provenienza estera. Egli è specialmente nelle sete provenienti dal Bengala, dalla Siria, dalla Cina ec. che si osservano qualità anormali, e spesso addizione di materie straniere. Quindi il sig. Gamot, direttore della condizione delle sete in Lione, consiglia di accertare il titolo di una seta, non solo coll' essiccamento, ma anche collo espurgamento

eseguito su d'una piccola proporzione di seta (1). Questa operazione avrebbe pertanto il vantaggio di far conoscere in qual modo la merce sia per comportarsi col sapone. Una seta che in tale esperimento rendesse magro il bagno, e non prendesse il voluto splendore, non dovrebbe sottoporsi al lavoro del tintore, senza una previa lavatura con acqua acidulata d'acido cloridrico, che ne esportasse le materie inorganiche, e quindi con acqua leggiermente alcalina.



HAYDEN. T. SULLA FUNZIONE DELLA MACCHIA GIALLA DEL SÖMMERING NEL PRODURRE L' UNITA' DELLA PERCEZIONE VISUALE NELLA VISIONE BIOCULARE.

(*Atlantis*, N. 2. p. 477).

Fondandosi sul fatto che la macchia gialla fu trovata soltanto nell'uomo e nei quadrumani il sig. Hayden, senza pensarvi su un momento dice che poichè è in questi animali soltanto che si verifica la visione bioculare, la macchia gialla deve avere ufficio relativo a visione siffatta, deve essere l'area che possiede la segreta virtù di fondere in una sola percezione le immagini dipinte sovra di lei nei due occhi; mentre per le immagini formatesi al di fuori di quella picoola superficie o si ha duplicità di percezione, o la retina riesce insensibile alle impressioni luminose. Questa argomentazione è così priva di appoggio sperimentale, ed in opposizione con molti fatti bene accertati, che nemmeno sarebbe stato mestieri tenerne discorso, se dessa non si trovasse in un giornale che ci offre assai spesso dei lavori notevoli ed importanti, e se questo avere il sig. Hayden accol-

(1) *Expériences sur des soies; par Mederic Gamot*. Lyon 1854.

to senza difficoltà una ipotesi tanto arbitraria non fosse un nuovo segno che torna a ricordarci quanto ancora rimanga da sapere rispetto alla visione bioculare; la quale negli uccelli rapaci notturni si effettua, per quello possiamo cònoscere, come nei bimani e quadrumani, abbenchè la macchia gialla non sia stata veduta nella loro retina.

Prova della imperfezione delle cognizioni nostre rispetto alle leggi della unificazione delle immagini nella visione bioculare, ci dava poco fa il Prof. Douliot, il quale (*Nuovo Cimento* N. 10 p. 342) senza pretendere di sciogliere il nodo ha creduto che meglio convenisse reciderlo, negando la facoltà della visione semplice con due occhi per tutti i punti che non siano quello ove l'asse ottico incontra la retina; talmentechè potrebbe pensarsi senza grave colpa che le retine da quel punto in fuori siano organi fra i meno importanti ed utili dell'organismo animale.

Prova della difficoltà delle esperienze nell'argomento di che si tratta; prova della tendenza che vi ha in più di un dotto a perfezionare la spiegazione della unificazione delle immagini dei due occhi, sono i due brevi scritti pubblicati dal sig. Claparède nelli *Archives des Sciences physiques et naturelles* (Decembre 1858, p. 362. Fevrier 1859, p. 112). Nel primo di quelli scritti l'A. tentò dimostrare che oltre le poche linee oropteriche delle quali aveva parlato nelli altri suoi scritti (*Nuovo Cimento* T. 8 p. 382) esiste un numero grande di punti che sono veduti semplici abbenchè non si dipingano sovra elementi omologhi delle due retine; tutti questi punti formerebbero secondo quello che scriveva nel Decembre 1858 il sig. Claparède, una superficie cilindrica avente per base il cerchio oropterico di P. Prevost e per generatrice la retta oropterica di A. Prevost.

Nel fascicolo del Febbrajo 1859 del già citato Giornale, il sig. Alessandro Prevost rispondendo al Claparède dice che le ultime conclusioni nelle quali questi era venuto, non sono basate su fatti bene osservati, ma derivano anzi da una illusione dovuta al modo di sperimentare: e torna a dichiarare che uniche linee oropteriche sono l'arco di cerchio determinato da P. Prevost, da Vieth, da Müller, ed una retta normale al piano di quel cerchio ed inalzata non già come disse taluno sulla in-

tersezione qualunque siasi degli assi ottici, ma unicamente sul punto della citata circonferenza che trovasi equidistante dai centri dei due occhi.

Queste rigorose conclusioni vengono di buon animo accettate dal sig. Claparède nella breve nota pubblicata nel Febbraio 1859, e così questo paziente sperimentatore, il quale per le ricerche più volte tentate sull' argomento in quistione può essere considerato come un giudice assai autorevole, torna a dichiararci che ogni suo sforzo riescì vano per accrescere di nuove linee il sistema geometrico dell' oroptro, e che comunque scarse possano sembrare le due linee oropteriche di Pietro ed Alessandro Prevost, sono esse le sole che si dipingano sovra punti omologhi delle retine, e le sole che per adesso le esperienze fatte con la debita cura dimostrino capaci di essere vedute senza raddoppiamento di immagini.

Pisa, 31 Gennaio 1860.

C. S.



RICERCHE SULLA TRASMISSIONE DELL' ELETTRICITA' NEI FILI TELEGRAFICI; DI GUILLEMIN E BURNOUF.

(*Comptes rendus*, N. 4, 23 Janvier 1860).

Gli Autori si sono proposti di studiare se in un circuito metallico messo in comunicazione da una parte col polo della pila dall' altra colla terra con cui comunica l' altro polo della pila, la corrente acquistava istantaneamente in un punto determinato la sua intensità definitiva, o se invece, giungeva a questa intensità a poco a poco e progressivamente.

Non staremo a descrivere minutamente l' apparecchio con cui queste esperienze sono state eseguite: esso consiste princi-

palmente in un commutatore cilindrico, al quale può essere comunicato un movimento di rotazione uniforme e determinato: una lamina metallica rettangolare fissata sul cilindro stabilisce la chiusura del circuito per mezzo di una molla che viene a premere sopra questa lamina e la durata del contatto, varia secondo che la molla preme sulla parte larga o sulla stretta della lastra. Lo stesso commutatore serve a chiudere un circuito di derivazione posto in un punto qualunque del circuito un momento prima che si è interrotto il circuito della pila. L'intervallo di derivazione essendo costante, un galvanometro posto nel circuito derivato indicherà delle correnti di cui le intensità saranno proporzionali all'intensità del flusso elettrico che traversa il filo nel punto in cui la derivazione si fa. Ecco i risultati a cui gli Autori sono giunti operando sopra una linea telegrafica.

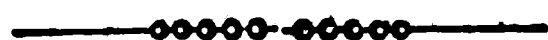
1°. All'estremità del filo che è in comunicazione colla terra, la corrente ha da principio una intensità molto debole, la quale cresce successivamente sino ad un *massimo* che non è oltrepassato per quanto si aumenti il tempo della chiusura del circuito. Da 0",0019 che è l'intervallo più corto, fino a 0",0240 la corrente cresce, ma per questo secondo intervallo di tempo, lo stato del circuito diviene permanente e aumentando anche più la durata del contatto colla pila, la corrente derivata non cresce più.

2°. All'estremità del filo che è in comunicazione colla pila l'intensità della corrente procede inversamente e decresce a misura che aumenta la durata del contatto del filo colla pila; dopo un certo tempo, sempre piccolo, la deviazione resta costante e maggiore di quella ottenuta all'estremità opposta del circuito.

Evidentemente quest'ultimo risultato si spiega coll'imperfetto isolamento del circuito. Al momento in cui si chiude il circuito, gli Autori immaginano che l'elettricità si precipita sul conduttore, ma che a misura che questo si carica il flusso diventa più debole, perchè si fa sempre minore la differenza delle tensioni.

3°. Il tempo necessario perchè lo stato permanente si stabilisca è lo stesso nei due casi, è lo stesso in tutti i punti del filo.

Risulterebbe da queste esperienze che il flusso elettrico non si propaga al modo delle onde luminose ma invece come il flusso del calore secondo i principii della teoria di Ohm.



SULLA DISTRIBUZIONE DEL MAGNETISMO NELLE ELETTRO-CALAMITE; NOTA DEL PROF. DOVE.

(*Pogg. Ann.* 1859, N. 5).

Le considerazioni teoriche pubblicate dal sig. Muller e dirette a provare che nelle elettro-calamite la magnetizzazione è massima nel mezzo e decresce verso le estremità, hanno indotto il Prof. Dove a pubblicare un' antica esperienza molto semplice, che dimostra questa verità. L' Autore ha costruito due piccole spirali cilindriche nelle quali è inserito il galvanometro, opposte l' una all' altra, e che sono collocate in modo da ricevere nell' interno le estremità di un elettro-calamita cilindrica, o piegata a ferro di cavallo. Con qualche tentativo si riesce facilmente ad equilibrare le due spirali in modo che quando si forma l' elettro-calamita, l' ago del galvanometro resti a zero. Se, giunti a questo punto, o l' una o l' altra di quelle spirali è tirata verso il mezzo dell' elettro-calamita lasciando ferma l' altra, al momento della magnetizzazione si vedrà insorgere una corrente indotta che mostrerà la prevalenza della spirale posta verso il mezzo dell' elettro-calamita.

Sono diversi anni, che in alcune esperienze pubblicate in questo Giornale sopra l' induzione, si era giunti allo stesso risultato, operando coi circuiti indotti nell' interno di una spirale elettro-dinamica.



NUOVO METODO PER MAGNETIZZARE UNA SBARRA DI ACCIAJO; DEL SIG. MARKUS.

(*Pogg. Ann.* 1859, N. 4).

Si prende un' elettro-calamita comune a ferro di cavallo e sopra i due poli si posano due pezzi parallelepipedi di ferro dolce ad angolo, in modo che da una parte questi due pezzi quasi si tocchino al vertice dell' angolo che fanno fra loro. La verga d' acciajo che si vuol magnetizzare si posa sui due pezzi di ferro dolce dalla parte dell' angolo e si strofina la verga su quei due pezzi fecendola muovere verso la parte divergente delle àncore. Si rinnovano questi movimenti sempre nello stesso senso, e si ottiene una magnetizzazione molto più forte che coi metodi ordinarii.



CORREZIONI ED AGGIUNTE *alla Nota sui suoni di combinazione*, *del* DOTT. R. FABRI.

pag. 65 *lin.* 17	Se poi insieme ai suoni m, ed n esistano anche gli armonici $2m, 3m \ldots 2n, 3n, \ldots$, vi potranno essere dei suoni di combinazione $2m-n$, $2n-m$, ec. Di più il suono di combinazione $m-n$, può combinarsi coll' armonico $2m$, e formare un nuovo suono.
» » » 24	$3m-(m-n)=2m+n$.



(*Segue la continuazione e fine dell' articolo* — Nuova Teoria degli Stromenti Ottici — *del Prof. O. F. Mossotti*).

tipli di 4, componenti la serie

(14) $$p_4 \ , \ p_8 \ , \ldots\ldots \ p_{2n-4} \ ,$$

saranno dati da

(15) $$v_2(h_2+l_1+l_2) \ , \ v_4(h_4+l_3+l_4) \ldots\ldots \ v_{n-2}(h_{n-2}+l_{n-3}+l_{n-2}).$$

In quanto alle p con indice dispari, queste, secondo le osservazioni fatte nell'articolo 6 del Capitolo II, Parte II, non entreranno nelle nostre formole che sommate per coppie, cioè non avremo a considerare che i termini della serie

(16) $$p_1+p_3 \ , \ p_5+p_7 \ldots\ldots , \ p_{2n-3}+p_{2n-1} \ ,$$

i quali, giusta l'articolo testè citato, eguagliano, ciascuno, il respettivo valore inverso del prodotto della velocità della luce nel mezzo in cui passa il raggio uscendo dalla lente per la lunghezza focale della medesima, ossia rappresentano i successivi valori di

$$\frac{1}{v_2\varphi_1} \ , \ \frac{1}{v_4\varphi_3} \ldots\ldots \frac{1}{v_n\varphi^1_{2n}} \ ,$$

che, giusta le formole (9) e le prime date alla pagina 129, Tomo VII 1858, sono espressi da

(17) $$\frac{1}{v_2(f_1+l_1)} \ , \ \frac{1}{v_4(f_3+l_3)} \ldots\ldots \frac{1}{v_n(f^1_{2n}+l_{2n-1})} \ .$$

Ma se noi supponiamo di fare colle citate formole (5) e (6), il calcolo approssimativo del fuoco coniugato del sistema reale, trascurando le grossezze delle lenti, dobbiamo, come è stato notato nell'articolo 6 testè menzionato, fare le p della serie (13) tutte nulle, sostituire alle p comprese nella serie (14) respettivamente le quantità

(15)' $$v_2h_2 \ , \ v_4h_4 \ldots\ldots \ v_{n-2}h_{n-2}$$

ed alle coppie delle p con indici dispari, componenti la serie (16), le quantità

$$(17)' \qquad \frac{1}{v_2 f_1}, \frac{1}{v_4 f_2} \cdots\cdots \frac{1}{v_n f'_{\frac{1}{2}n}}:$$

dunque se nelle formole ottenute col calcolo approssimativo, in cui siano state trascurate le grossezze delle lenti, cambiamo le quantità della serie (15)′ in quelle della serie (15), e le quantità della serie (17)′ in quelle della (17), otterremo dalle medesime le formole corrispondenti al sistema fittizio, che risolvono il problema nel caso che si voglia tener conto della grossezza delle lenti.

Facendo pertanto le indicate sostituzioni nelle formole, ritrovate negli articoli 4, 7 ed 8 del Capitolo II, Parte II, spettanti al microscopio semplice, ai telescopi di Kepler e Galileo, ed al dinametro, e prendendo per Δ_0 la distanza dell'oggetto dal primo piano coniugato del sistema, espressa da $\Delta_0 + l_0$; e per Δ la distanza dell'immagine presa dall'ultimo piano coniugato, espressa da $\Delta + l$, si otterranno le rispettive formole, pel caso che le grossezze delle lenti non debbano essere trascurate.

Noteremo che i valori di l_0 ed l_1, espressi per mezzo dei raggi di curvatura della lente, della sua grossezza, e delle velocità della luce nel mezzo che la compone, ed in quelli che le sono in contatto, si ottengono ponendo nelle formole (3) e (5),

$$1 - \frac{v_1}{v_0} = u_1 \quad , \quad 1 - \frac{v_1}{v_2} = u_2 ;$$

e poi prendendo

$$l_0 = \frac{(1 - u_1) u_1 \rho_1 h_1}{u_1 \rho_1 - v_2 \rho_2 - u_1 u_2 h_1} \quad , \quad l_1 = - \frac{(1 - u_2) u_2 \rho_2 h_1}{u_1 \rho_1 - u_2 \rho_2 - u_1 u_2 h_1} .$$

Quando la lente è immersa nello stesso mezzo si ha $v_0 = v_2$ ed $u_1 = u_2$, e quindi le due formole precedenti danno

$$l_0 = \frac{(1 - u_1) \rho_1 h_1}{\rho_1 - \rho_2 - u_1 h_1} \quad , \quad l_1 = - \frac{(1 - u_1) \rho_2 h_1}{\rho_1 - \rho_2 - u_1 h_1} .$$

Terminerò quest' Appendice col ringraziare il Prof. Cattaneo d'avermi offerto l' occasione di supplire ad un'omissione nella mia Teoria degli Stromenti Ottici, ciò che parmi di aver conseguito non senza qualche novità.



NUOVA TEORIA DEGLI STROMENTI OTTICI

NOTA

Al Capitolo III Parte IV.

1.

Nel dedurre le formole che danno i raggi di curvatura delle tre lenti d'un obbiettivo acromatico, si è preso nel Capitolo sopra citato per prima incognita da determinarsi la lunghezza focale della seconda lente, che parve a prima vista dover essere preferibile a quella d'una delle due lenti estreme per la simmetria del calcolo. L'addozione però di quest'incognita trae seco l'inconveniente che, nel caso in cui la prima e terza lente siano fatte d'un medesimo cristallo, comparisce nelle varie formole un denominatore che diviene nullo. Il Dott. Forti, già lodevolmente menzionato, avendo infatti intrapreso a fare un'applicazione delle dette formole a questo caso, si vide costretto di modificarle introducendo per incognita la lunghezza focale della terza lente, e trovò con sorpresa che i valori numerici dei tre primi coefficienti dell'equazione di quinto grado da cui dipende la determinazione dell'incognita in generale, erano nulli in questo caso, per cui la stessa equazione si riduceva al secondo grado. Immaginandosi che quest'abbassamento di grado non era particolare ai valori degli indici di rifrazione e dispersione adottati, eseguì lo sviluppo algebrico dei detti coefficienti e pose in chiaro, che, quando le lenti estreme sono d'un medesimo cristallo, l'equazione che determina la lunghezza focale della terza lente è sempre di secondo grado.

Questa notizia richiamò la mia attenzione sulla soluzione già data per esaminarla di nuovo, e venni a riconoscere che anche nel caso che le lenti siano tutte e tre di diverso cristallo, le espressioni dei varii coefficienti delle equazioni intermedie possono mettersi sotto una forma più semplice, ciò che può servire ad abbreviare in generale le operazioni numeriche da eseguirsi per le applicazioni, e mettono in evidenza, colla pura ispezione di esse, che l'equazione finale spettante al caso in cui le lenti estreme siano d'una medesima qualità di cristallo si riduce per sè stessa al secondo grado. L'esposizione delle espressioni trovate forma il soggetto della presente Nota.

2.

Conservando le denominazioni usate nel detto Capitolo, poniamo di più

$$(1)\qquad \frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_2}=\frac{1}{\varphi_1}\ ,\quad \frac{1}{\rho_2}-\frac{1}{\rho_4}=\frac{1}{\varphi_3}\ ,\quad \frac{1}{\rho_4}-\frac{1}{\rho_6}=\frac{1}{\varphi_5}\ .$$

Sommando prima tutte e tre queste posizioni, e poi soltanto le ultime due si trova

$$(2)\qquad \frac{1}{\rho_1}-\frac{1}{\rho_6}=\frac{1}{\varphi_1}+\frac{1}{\varphi_3}+\frac{1}{\varphi_5}\ ,\quad \frac{1}{\rho_2}-\frac{1}{\rho_6}=\frac{1}{\varphi_3}+\frac{1}{\varphi_5}\ .$$

Si avrà pertanto da queste e dall'ultima delle precedenti,

$$(3)\qquad \frac{1}{\rho_1}=\frac{1}{\rho_6}+\frac{1}{\varphi_1}+\frac{1}{\varphi_3}+\frac{1}{\varphi_5}\ ,\ \frac{1}{\rho_2}=\frac{1}{\rho_6}+\frac{1}{\varphi_3}+\frac{1}{\varphi_5}\ ,\ \frac{1}{\rho_4}=\frac{1}{\rho_6}+\frac{1}{\varphi_5}\ .$$

Sostituiamo ora questi valori inversi de' primi tre raggi di curvatura nelle quattro equazioni segnate $(\xi)_1$, $(\xi)_2$, (φ) e (θ), date nel su citato Capitolo, moltiplichiamole respettivamente per F^3, F^2, F ed F, ed ordiniamo i termini per le potenze di $\frac{F}{\rho_6}$, si troverà

$(\xi)'_1$

$$\left[\left(\frac{2m_1}{a_1}-3\right)m_1\frac{F}{\varphi_1}+\left(\frac{2m_3}{a_3}-3\right)m_3\frac{F}{\varphi_3}+\left(\frac{2m_5}{a_5}-3\right)m_5\frac{F}{\varphi_5}\right]\frac{F^2}{\rho_6^2}$$
$$+\left[\frac{4m_1}{a_1}\frac{F}{\varphi_1}\left(m_1\frac{F}{\varphi_1}+m_1\frac{F}{\varphi_3}+m_1\frac{F}{\varphi_5}\right)+\frac{4m_3}{a_3}\frac{F}{\varphi_3}\left\{m_1\frac{F}{\varphi_1}+m_3\left(\frac{F}{\varphi_3}+\frac{F}{\varphi_5}\right)\right\}-\frac{4m_5}{a_5}\frac{F}{\varphi_5}\right.$$
$$\left.-3m_1\frac{F}{\varphi_1}\left\{\frac{F}{\varphi_1}+2\left(\frac{F}{\varphi_3}+\frac{F}{\varphi_5}\right)\right\}-3m_3\frac{F}{\varphi_3}\left(\frac{F}{\varphi_3}+2\frac{F}{\varphi_5}\right)-3m_5\frac{F}{\varphi_5}\frac{F}{\varphi_5}+2\right]\frac{F}{\rho_6}\,.$$
$$+\frac{2}{a_1}\frac{F}{\varphi_1}\left(m_1\frac{F}{\varphi_1}+m_1\frac{F}{\varphi_3}+m_1\frac{F}{\varphi_5}\right)^2+\frac{2}{a_3}\frac{F}{\varphi_3}\left\{m_1\frac{F}{\varphi_1}+m_3\left(\frac{F}{\varphi_3}+\frac{F}{\varphi_5}\right)\right\}^2+\frac{2}{a_5}\frac{F}{\varphi_5}$$
$$-m_1\frac{F}{\varphi_1}\left\{\left(\frac{F}{\varphi_1}+\frac{F}{\varphi_3}+\frac{F}{\varphi_5}\right)^2+\left(\frac{F}{\varphi_1}+\frac{F}{\varphi_3}+\frac{F}{\varphi_5}\right)\left(\frac{F}{\varphi_3}+\frac{F}{\varphi_5}\right)+\left(\frac{F}{\varphi_3}+\frac{F}{\varphi_5}\right)^2\right\}$$
$$-m_3\frac{F}{\varphi_3}\left\{\left(\frac{F}{\varphi_3}+\frac{F}{\varphi_5}\right)^2+\left(\frac{F}{\varphi_3}+\frac{F}{\varphi_5}\right)\frac{F}{\varphi_5}+\frac{F^2}{\varphi_5^2}\right\}-m_5\frac{F}{\varphi_5}\frac{F^2}{\varphi_5^2}+1=0\,.$$

$(\xi)'_2$

$$\left[\frac{m_1}{a_1}\frac{F}{\varphi_1}+\frac{m_3}{a_3}\frac{F}{\varphi_3}+\frac{m_5}{a_5}\frac{F}{\varphi_5}-1\right]\frac{F}{\rho_6}+\frac{m_1}{a_1}\frac{F}{\varphi_1}\left(\frac{F}{\varphi_1}+\frac{F}{\varphi_3}+\frac{F}{\varphi_5}\right)$$
$$+\frac{1}{a_3}\frac{F}{\varphi_3}\left(m_1\frac{F}{\varphi_1}+m_3\frac{F}{\varphi_3}+m_3\frac{F}{\varphi_5}\right)-\frac{1}{a_5}\frac{F}{\varphi_5}-1=0$$

$(\varphi)'$

$$m_1\frac{F}{\varphi_1}+m_3\frac{F}{\varphi_3}+m_5\frac{F}{\varphi_5}=-1$$

$(\theta)'$

$$b_1\frac{F}{\varphi_1}+b_3\frac{F}{\varphi_3}+b_5\frac{F}{\varphi_5}=0$$

e si avvertirà che nelle equazioni $(\xi)'_1$ e $(\xi)'_2$ i termini $\frac{4m_5}{a_5}\frac{F}{\varphi_5}$, $\frac{2}{a_5}\frac{F}{\varphi_5}$, della prima, e quello $\frac{1}{a_5}\frac{F}{\varphi_5}$ della seconda sono stati ridotti a questa forma monomia col mezzo dell'equazione $(\varphi)'_1$.

Queste quattro equazioni contengono le quattro incognite $\frac{F}{\varphi_1}$, $\frac{F}{\varphi_3}$, $\frac{F}{\varphi_5}$, $\frac{F}{\varphi_6}$: determinando colle ultime due $\frac{F}{\varphi_1}$ ed $\frac{F}{\varphi_3}$ in funzione di $\frac{F}{\varphi_5}$ avremo primieramente

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{F}{\varphi_1} &= p\,\frac{F}{\varphi_5} + r\,, \\ \frac{F}{\varphi_3} &= q\,\frac{F}{\varphi_5} + s\,, \end{aligned} \right.$$

dove si è posto per brevità

$$(5)\quad \left\{ \begin{aligned} p &= \frac{b_3 m_5 - b_5 m_3}{b_1 m_3 - b_3 m_1}\,, \qquad r = \frac{b_3}{b_1 m_3 - b_3 m_1} \\ q &= \frac{b_5 m_1 - b_1 m_5}{b_1 m_3 - b_3 m_1}\,, \qquad s = \frac{-\,b_1}{b_1 m_3 - b_3 m_1}\,. \end{aligned} \right.$$

Sostituendo poi i valori dei primi membri delle due equazioni precedenti nelle due segnate $(\xi)'_1$ e $(\xi)'_2$, le medesime potranno essere rappresentate da

$$(\xi)_1'' \quad A\,\frac{F}{\rho_6^2} + B\,\frac{F}{\rho_6} + C = 0 \quad ; \quad (\xi)_2'' \quad B'\,\frac{F}{\rho_6} + C' = 0\,,$$

nelle quali i coefficienti A, B, C; B′, C′ ordinati per le potenze di $\frac{F}{\varphi_5}$ risulteranno della forma

$$(A)\left\{ \begin{aligned} A &= a_1\,\frac{F}{\varphi_5} + a_0\,, \\ B &= b_2\,\frac{F^2}{\varphi_5^2} + b_1\,\frac{F}{\varphi_5} + b_0\,, \\ C &= c_3\,\frac{F^3}{\varphi_5^3} + c_2\,\frac{F^2}{\varphi_5^2} + c_1\,\frac{F}{\varphi_5} + c_0\,, \end{aligned} \right. \qquad (B')\left\{ \begin{aligned} B' &= b'_1\,\frac{F}{\varphi_5} + b'_0\,, \\ C' &= c'_2\,\frac{F^2}{\varphi_5^2} + c'_1\,\frac{F}{\varphi_5} + c'_0\,, \end{aligned} \right.$$

essendo rispetto all'equazione $(\xi)_1''$,

$$(I)\quad \left\{ \begin{aligned} a_1 &= \left(\frac{2m_1}{a_1} - 3\right) m_1 p + \left(\frac{2m_3}{a_3} - 3\right) m_3 q + \left(\frac{2m_5}{a_5} - 3\right) m_5\,, \\ a_0 &= \left(\frac{2m_1}{a_1} - 3\right) m_1 r + \left(\frac{2m_3}{a_3} - 3\right) m_3 s\,; \end{aligned} \right.$$

$$
(\mathrm{I})\left\{
\begin{aligned}
b_2 = {} & \frac{4m_1}{a_1} p(m_1 p + m_1 q + m_1) + \frac{4m_3}{a_3} q(m_1 p + m_3 q + m_3) \\
& - 3m_1 p(p + 2q + 2) - 3m_3 q(q + 2) - 3m_3 \,, \\
b_1 = {} & \frac{4m_1}{a_1}[r(m_1 p + m_1 q + m_1) + p(m_1 r + m_1 s)] \\
& + \frac{4m_3}{a_3}[s(m_1 p + m_3 q + m_3) + q(m_1 r + m_3 s)] - \frac{4m_3}{a_3} \\
& - 6m_1[r(p + q + 1) + ps] - 6m_3 s(q + 1) \,, \\
b_0 = {} & \frac{4m_1}{a_1} r(m_1 r + m_1 s) + \frac{4m_3}{a_3} s(m_1 r + m_3 s) \\
& - 3m_1 r(r + 2s) - 3m_3 s^2 + 2 \;;
\end{aligned}
\right.
$$

$$
(\mathrm{I})\left\{
\begin{aligned}
c_3 = {} & \frac{2}{a_1} p(m_1 p + m_1 q + m_1)^2 + \frac{2}{a_3} q(m_1 p + m_3 q + m_3)^2 \\
& - m_1 p[(p + q + 1)^2 + (p + q + 1)(q + 1) + (q + 1)^2] \\
& - m_3 q[(q + 1)^2 + (q + 1) + 1] - m_3 \,, \\
c_2 = {} & \frac{2}{a_1}[r(m_1 p + m_1 q + m_1)^2 + 2p(m_1 p + m_1 q + m_1)(m_1 r + m_1 s)] \\
& + \frac{2}{a_3}[s(m_1 p + m_3 q + m_3)^2 + 2q(m_1 p + m_3 q + m_3)(m_1 r + m_3 s)] \\
& - m_1 r[(p + q + 1)^2 + (p + q + 1)(q + 1) + (q + 1)^2] \\
& - m_1 p[2(p + q + 1)(r + s) + (p \pm q + 1)s + (q + 1)(r + 3s)] \\
& - m_3[s\{(q + 1)^2 + q + 2\} + q[2(q + 1)s + s] \,, \\
c_1 = {} & \frac{2}{a_1}[2r(m_1 p + m_1 q + m_1)(m_1 r + m_1 s) + p(m_1 r + m_1 s)^2] \\
& + \frac{2}{a_3}[2s(m_1 p + m_3 q + m_3)(m_1 r + m_3 s) + q(m_1 r + m_3 s)^2] + \frac{2}{a_3} \\
& - m_1 r[2(p + q + 1)(r + s) + (p + q + 1)s + (q + 1)(r + s) + 2(q + 1)s] \\
& - m_1 p[(r + s)^2 + (r + s)s + s^2] - m_3 s[2(q + 1)s + s + qs] \,, \\
c_0 = {} & \frac{2}{a_1} r(m_1 r + m_1 s)^2 + \frac{2}{a_3} s(m_1 r + m_3 s)^2 \\
& - m_1 r[(r + s)^2 + (r + s)s + s^2] - m_3 s^3 + 1 \;;
\end{aligned}
\right.
$$

e rispetto all'equazione $(\xi)_2''$

$$\begin{cases} b'_1 = \frac{1}{\mathfrak{a}_1} m_1 p + \frac{1}{\mathfrak{a}_3} m_3 q + \frac{1}{\mathfrak{a}_3} m_3 \ , \\ b'_0 = \frac{1}{\mathfrak{a}_1} m_1 r + \frac{1}{\mathfrak{a}_3} m_3 s - 1 \ , \end{cases}$$

$$\begin{cases} c'_2 = \frac{1}{\mathfrak{a}_1} m_1 p(p+q+1) + \frac{1}{\mathfrak{a}_3} q\,[m_3(q+1)+m_1 p] + \frac{1}{\mathfrak{a}_3}(m_1 p + m_3 q + m_3) \ , \\ c'_1 = \frac{1}{\mathfrak{a}_1}[m_1 r(p+q+1) + m_1 p(r+s)] + \frac{1}{\mathfrak{a}_3}[q(m_1 r + m_3 s) + (m_3(q+1) + m_1 p)s] - \frac{1}{\mathfrak{a}_3} \\ c'_0 = \frac{1}{\mathfrak{a}_1} m_1 r(r+s) + \frac{1}{\mathfrak{a}_3} s(m_1 r + m_3 s) - 1 \ . \end{cases}$$

I coefficienti $a_1, a_0, b_2, b_1, b_0, c'_2, c'_1, c'_0$ sono suscettibili d'essere ancora ridotti a minori termini, osservando che, colla sostituzione dei rispettivi valori di p, q r ed s, dati dalla (5), nelle seguenti espressioni si ha

$$m_1 p + m_3 q = -m_3 \qquad , \qquad m_1 r + m_3 s = -1 \ ,$$

e che perciò i detti coefficienti possono convertirsi in

$$\begin{cases} a_1 = \frac{2m_1^2}{\mathfrak{a}_1} p + \frac{2m_3^2}{\mathfrak{a}_3} q + \frac{2m_3^2}{\mathfrak{a}_3} \\ a_0 = \frac{2m_1^2}{\mathfrak{a}_1} r + \frac{2m_3^2}{\mathfrak{a}_3} s - 3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} b_2 = \frac{4m_1}{\mathfrak{a}_1} p\,(m_1 p + m_1 q + m_1) + \frac{4m_3}{\mathfrak{a}_3}(q m_3 - m_3) \\ \qquad - 3m_1 p\,(p + 2q + 2) - 3m_3 q\,(q + 2) - 3m_3 \\ b_1 = \frac{4m_1}{\mathfrak{a}_1}[r\,(m_1 p + m_1 q + m_1) + p\,(m_1 r + m_1 s)] \\ \qquad + \frac{4m_3}{\mathfrak{a}_3}[(m_3 - m_3)\ s - q] - \frac{4m_3}{\mathfrak{a}_3} \\ \qquad - 6m_1\,[r\,(p+q+1) + ps] - 6m_3 s\,(q+1) \\ b_0 = + \frac{4m_1}{\mathfrak{a}_1} r(m_1 r + m_1 s) - \frac{4m_3}{\mathfrak{a}_3} s - 3m_1 r\,(r + 2s) - 3m_3 s^2 + 2 \end{cases}$$

$$
(\mathrm{II})'' \left\{ \begin{aligned}
c'_2 &= \frac{m_1}{a_1} p\,(p+q+1) + \frac{m_3}{a_3} q\,(m_3 - m_2)\ , \\
c'_1 &= \frac{m_1}{a_1}[p\,(r+s) + r\,(p+q+1)] - \frac{1}{a_3}\,[q - (m_3 - m_2)\,s] - \frac{1}{a_3}\ ; \\
c'_0 &= -\frac{1}{a_1} m_1 r\,(r+s) - \frac{1}{a_3}\,s - 1\ .
\end{aligned} \right.
$$

I valori dei coefficienti segnati (I) e (II) ed (I)′, (II)′ sono più semplici di quelli corrispondenti nel Capitolo III della Parte IV, ed hanno il vantaggio che si verificano quasi senza calcolo, o alla vista, per mezzo di derivazioni fatte a mente sui termini delle equazioni $(\xi)_1''$, $(\xi)_2''$ da cui provengono [1].

3.

Nel caso che la prima e terza lente siano fatte d'uno stesso cristallo si ha

$$a_3 = a_1 \quad , \quad m_3 = m_1 \quad , \quad b_3 = b_1 \ ,$$

e quindi dalle formole (5) risulta

$$p = -1 \quad , \quad q = 0 \quad , \quad p + q + 1 = 0\ .$$

Basta ora immaginarsi sostituiti questi valori nelle espressioni dei seguenti coefficienti per vedere che risulta

(1) I coefficienti a_1, b_2, c_3; b'_1, c'_2, si ottengono direttamente da quelli di $\left(\frac{F}{\rho_6}\right)^2$, $\left(\frac{F}{\rho_6}\right)^1$, $\left(\frac{F}{\rho_6}\right)^0$, nelle due equazioni $(\xi)'_1$, $(\xi)_2$, cambiando in essi le quantità $\frac{F}{\varphi_1}$, $\frac{F}{\varphi_2}$, $\frac{F}{\varphi_3}$ respettivamente in p, q ed 1, con che quei coefficienti divengono funzioni di p e q. Prendendo in seguito le successive derivate dei medesimi, considerando p e q come funzioni d'una terza variabile indipendente, scrivendo r ed s in luogo delle derivate p' e q', e facendo tutte le altre derivate p'', q'', p''' ec. nulle, cioè risguardando r ed s come costanti, i valori di queste derivate divise per gli analoghi coefficienti numerici della serie di Taylor, e coll'aggiunta delle respettive quantità

$$3\ ; -\frac{4m_3}{a_3},\ 2\ ;\ 0\ ,\quad \frac{2}{a_3},\ 1\ ; -1\ ,\quad -\frac{1}{a_3}\ , -1$$

daranno quelli di

$$a_0\ ;\quad b_1\ ;\ b_0\ ;\ c_2\ ,\quad c_1\ ,\ c_0\ ;\quad b'_0\ ;\quad c'_1\ ,\ c'_0.$$

$$(6)\qquad a_1=0\ ,\ b_2=0\ ,\ c_3=0\ ;\ b'_1=0\ ,\ c'_2=0,$$

e per conseguenza che le (A) e (B)' divengono

$$A=a_0\ ,\ B=b_1\frac{F}{\varphi_s}+b_0\ ,\ C=c_2\frac{F^2}{\varphi^2_s}+c_1\frac{F}{\varphi_s}+c_0$$

$$B'=b'_0\ ,\ C'=c'_1\frac{F}{\varphi_s}+c_0$$

cioè le espressioni dei coefficienti A, B, C; B', C' contengono tutti l'incognita $\frac{F}{\varphi_s}$ ad un grado minore di una unità. L'equazione

$$(7)\qquad AC'^2+B'(B'C-BC')=0\ ,$$

che risulta dall'eliminazione di $\frac{F}{\rho_s}$ dalle due equazioni $(\xi)_1''$ e $(\xi)_2''$ sarà pertanto visibilmente ridotta a non contenere l'incognita $\frac{F}{\varphi_s}$ che alla seconda potenza.

Questo è infatti ciò che risulta anche dalle equazioni (15) del Capitolo I, perchè i valori segnati (6) riducono nulli tutti i valori delle g con un'indice maggiore di 2, per cui le G, date dalle (16) dello stesso Capitolo, aventi un indice maggiore di 2 saranno pure tutte nulle, e l'equazione (17) del Capitolo IV, si ridurrà a' suoi tre primi termini, cioè sarà di secondo grado.

I valori di b_1, c_2, c_1, c'_1 si semplicizzano assai nel caso che consideriamo e divengono

$$b_1=\left(\frac{4m_1}{a_1}+\frac{4m_3}{a_3}-6\right)(m_3-m_1)s\ ,$$

$$c_2=\left(\frac{2}{a_3}(m_3-m_1)-3\right)(m_3-m_1)s$$

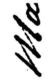
$$c_1=\left(\frac{2}{a_1}(m_1r+m_1s-1)-(\frac{4}{a_3}+3s)\right)(m_3-m_1)s$$

$$c'_1=\left(\frac{1}{a_1}+\frac{1}{a_3}\right)(m_3-m_1)s\ :$$

i quali aggiunti a quelli di a_0, b_0, c_0, c'_0, dati nelle pagine pre-

cedenti sotto i segni (I), (II), (I)', (II)' somministrano gli elementi necessarii per formare l'equazione (7) nel caso che consideriamo.



x
A m e e 5 10 15 f n B
g
p q
F o H
P
C D
N
V V
V


RICERCHE CHIMICO-FISIOLOGICHE, FATTE DA S. DE LUCA.

Il Professore di Clinica Medica nell'Ospedale di Pisa, sig. Bartolini, ebbe la gentilezza di mettere a nostra disposizione una porzione di fegato umano ed altre sostanze raccolte dopo l'autopsia di un individuo morto di congestione cerebrale e che aveva il pancreas in parte atrofizzato. Lo stesso Prof. Bartolini ci rimise la seguente nota, la quale mette in chiaro l'origine delle sostanze sulle quali furono istituite le nostre ricerche chimiche:

« D. F. di anni 16 campagnolo abitante della pianura orientale di Pisa, provenïente da genitori sani, esercente la professione di agricoltore, godè di sanità completa fin sullo scorcio del Dicembre 1859. A quell'epoca dopo una fatica grave più che le sue forze non comportassero, inondata la pelle di sudore, fu nella necessità di esporsi allo spirare dei venti boreali, e di trattenervisi per tempo non corto. Da quel dì incominciarono a manifestarsi taluni incomodi della salute, i quali si estrinsecavano più specialmente con lassezza stragrande delle membra, sete insaziabile, appetito oltre ogni dire vorace e con insieme dimagramento notevole. A questi fenomeni si aggiungeva un largo flusso di orine superiori per quantità alla quantità dei liquidi ingeriti, limpide, decolorate e spumeggianti; la pelle secca e ruvida; insolita pigrizia delle facoltà intellettive, senza cura di sorta, e con piccoli ed inefficaci provvedimenti almeno, il malato continuò a rimanersi in casa per il corso di mesi due. Ma poichè i fenomeni prericordati piuttosto che scemare acquistavano col tempo intensità maggiore e progressiva, deliberò di trasferirsi all'Ospedale di Pisa, e fu accolto nella sala della Clinica Medica. La emaciazione della persona era trai fenomeni rammentati quello che prevaleva; di maniera che le masse muscolari eransi condotte a strati nastriformi coperti da pelle senza pinguedine e flaccida. Saggiate le orine coll'ossido idrato di rame e con soluzione di potassa, dettero manifesto indizio, di contenere glucosio; esperimentate con acido azotico e con tintura di noce di galla, manifestarono la presenza del-

l'albumina: evaporate, il residuo ridotto a consistenza sciropposa sommava alla proporzione di 9 e ¼ per 100. Le orine furono egualmente sottoposte all'azione di una debole corrente voltaica, e si ebbe per effetto la riduzione dell'albumina in parte al polo positivo, ed in parte al negativo, in piccole proporzioni però sì all'uno che all'altro.

« Fu diagnosticata la malattia come diabete; ed in questo concetto fu soggettato il malato ad un'alimentazione esclusivamente animale, consistente in carne di vitello or lessa ed ora arrostita, ma specialmente in carne di pollo. Fu somministrata per bevanda dell'acqua di fonte, cui si mescolava dell'alcool anaciato, nella proporzione di tre once dell'ultimo in sei libbre della prima.

« Al finire del secondo giorno, dappoi che il malato era accolto nell'Ospedale, ai fenomeni morbosi qui rammentati, altri sopravvennero. Si raffreddarono cioè tutte ad un tratto le estremità. Tarde e imbecilli le facoltà della mente; lenti, pigri, ed incerti i movimenti della persona; un dolore violento non pungitivo nè crescente sotto la pressione ne occupò in un subito la regione dell'ultime coste a destra. Ben presto il raffreddamento delle estremità si estese a tutta la superficie del corpo, con pallor della pelle, chiazzata più quà e più là di macchie color di piombo; la sensibilità si rese ottusa; i vasi congiuntivali si mostrarono iniettati con ristringimento in prima delle pupille, ed in seguito colla loro dilatazione. La respirazione lenta oltremodo, acquistò i caratteri pei quali la si distingue col nome di *diaframmatica*; i polsi addivennero celerissimi, piccoli, quasi insensibili. Il concetto che ci sembrò più ragionevole, fu quello di *flussione meningo-encefalica*; a combatter la quale furono posti in opera e salassi locali, e revulsivi cutanei ed intestinali, ma senza efficacia di sorta; imperocchè facendosi quei fenomeni semprepiù intensi ed a questi aggiungendosi quelli di evasamento e raccolta sierosa intracraniense, nel lasso di 48 ore, il paziente cessò di vivere.

« I risultati della sezione cadaverica, praticata 29 ore dopo la morte, sono i seguenti:

« *Capo*. — Iniezione finissima dei vasi meningei e dello encefalo; trasudamenti molli plastico-albuminosi fra la pia me-

singe e la sostanza corticale; piccola quantità di siero torbiccio raccolto alla base, e nei ventricoli laterali. La consistenza della sostanza encefalica molto aumentata, rassomiglievole a quella di un cervello per qualche tempo conservato nell'alcool; tagliata orizzontalmente offriva finissima, e fittissima punteggiatura rosso-vermiglia; volume del cervello complessivamente considerato più piccolo.

« *Petto.* — Polmoni ingorgati di sangue atro e scorrevole nella loro parte inferior-posteriore. Cuore flaccido, e decolorato; nella cavità ventricolare destra unitamente a qualche poco di sangue nero sciolto in parte ed in parte mollemente aggrumato fu rinvenuto un coagulo di color bianco latteo, di consistenza caseosa, del volume di una noce.

« Il sangue che usciva dai vasi sanguigni recisi per estrarre dal petto il cuore ed i polmoni, e che si raccoglieva nelle doccie formate dalle coste nel punto di unione alle vertebre, si mostrava coperto da uno strato o velamento costituito da una materia di colore lattescente, di tatto molle e untuoso.

« *Addome.* — Fegato alquanto più voluminoso che d'ordinario, e di consistenza maggiore; tagliatane la sostanza in differenti direzioni apparivano più evidenti e più apprezzabili i di lui elementi istologici; colorito di un rosso men bruno del fisiologico. Milza piccola, ma senza alterazione di tessitura.

« Pancreas piccolo, e con i caratteri dell'atrofia anemica specialmente alla sua estremità sinistra; dutto escretore di calibro più piccolo.

« *Reni.* — Più voluminosi, e flaccidi; corpuscoli malpighiani iniettati offrenti l'aspetto di una punteggiatura spessa color cinabro.

« Aperta la vena cava inferiore immediatamente al di sotto del diaframma sgorgava dalla praticata apertura un liquido di color rosso bruno ma meno bruno però di quello che compete al sangue contenuto ordinariamente nella vena predetta. Questo liquido raccolto in una tazza cilindrica di cristallo si divideva nel lasso di uno, o di due minuti in due strati distinti, l'inferiore dei quali più alto era formato da un liquido di colore scuro come quello di sangue venoso di cui mostrava anche tutte le altre apparenze fisiche; il secondo costituito da un liquido

bianco latteo con le apparenze fisiche di una densa emulsione oleosa. Agitando la tazza i due liquidi tornavano a mescolarsi, per indi di nuovo separarsi fra loro nei due strati suddetti la mercè del riposo ».

I. Ricerche chimiche sul fegato:

1°. L'acqua distillata impiegata per lavare il fegato, discioglie una materia che ha la proprietà di ridurre il tartrato cuprico potassico, e di fermentare in contatto del lievito di birra con produzione di acido carbonico assorbabile intieramente e facilmente dalla potassa: è questa la materia zuccherina che si trova nel fegato.

2°. Una porzione del fegato dopo averla esaurita coll'acqua distillata in modo che le ultime acque di lavaggio non reagissero più sul sale di rame, è stata abbandonata a se stessa per molte ore: in tali condizioni si è formata una nuova quantità di zucchero separabile per mezzo dell'acqua. In conseguenza esiste nel fegato una materia, la quale può *trasformarsi* in zucchero per l'azione del tempo e pel solo contatto delle sostanze che si trovano in questo organo.

3°. Il fegato, sbarazzato di tutte le sostanze solubili nell'acqua, è stato diviso e pestato in un mortaio e quindi esposto all'azione di un moderato calore in presenza di una piccola quantità di acqua. Esso ha fornito un liquido lattiginoso tenente in sospensione una sostanza biancastra che passa a traverso i filtri come fa la soluzione di amido. Questa soluzione non riduce i sali di rame, ma però si colora coll'iodio e diviene limpida e trasparente in contatto della saliva: in quest'ultimo stato riduce il tartrato di rame e di potassa e fermenta col lievito di birra. Questa sostanza biancastra è l'amido animale scoperto da Bernard.

4.° La stessa sostanza biancastra, trattata, pria di tutto, a bagno maria, con qualche goccia di acido idroclorico e quindi con una debole soluzione di cloruro di sodio, produce un liquido capace di ridurre i sali di rame, di fermentare col lievito di birra, e di fornire, per mezzo di una lenta evaporazione, piccoli cristalli contenenti una quantità di cloro minore di quella che si trova nel cloruro di sodio puro. Tali cristalli rappresentano la combinazione del glucosio della sostanza glicogenica del

fegato col sal marino, descritta precedentemente in questo Giornale (1).

Da quel che precede si deduce facilmente che nel fegato esaminato si trovano tutte le sostanze scoperte da Bernard.

II. Ricerche chimiche sulla sostanza grassa:

Le sperienze di Bernard hanno dimostrato che il succo pancreatico è destinato, nell'economia animale, a digerire le sostanze grasse neutre contenute negli alimenti ed a permettere a' vasi chiliferi il loro ulteriore assorbimento; ch'esso emulsiona, in modo completo, queste stesse sostanze grasse sdoppiandole quindi in acidi grassi ed in glicerina; che finalmente la digestione de' corpi grassi, o ciò che torna lo stesso, il loro sdoppiamento, è impossibile quando le maluttie del pancreas producono la soppressione della secrezione pancreatica, ovvero l'alterazione di questo liquido.

Quando Bernard nel 1849 pubblicò la sua Memoria sulle funzioni del succo pancreatico, non aveva osservato che due soli casi di malattia del pancreas ed in entrambi, ha costatato l'esistenza delle dejezioni grasse, vale a dire le sostanze grasse non decomposte. Le ricerche che seguono confermano le vedute di Bernard.

1°. La sostanza fornitaci dal Prof. Bartolini era un miscuglio di materie solide e liquide raccolte nella cavità ventricolare destra del cuore, nel petto e nella cava inferiore; il tutto fu evaporato a bagno maria, e disseccato a 110 gradi. In tal modo operando, si è ottenuto un residuo secco del peso di 4gr,362: questo residuo esaurito coll'etere ha ceduto al dissolvente, dopo il primo trattamento, quasi tutta la materia solubile; i trattamenti successivi non tolsero alla materia primitiva che qualche traccia di sostanza; le soluzioni eteree riunite lasciarono, dopo la loro evaporazione, una materia quasi fluida alla temperatura ordinaria, del peso di 1gr,795. Questa materia presentava reazioni neutre, sia direttamente, sia disciolta nell'alcole; essa non cangiava la tinta del tornasole, ed inoltre non alterava il titolo di una soluzione normale di barite quando veniva agitata con essa. La stessa materia si saponificava in-

(1) *Nuovo Cimento*, 1859 pag. 383.

teramente colla barite con separazione di glicerina; ed il sapone baritico, per mezzo dell'acido idroclorico, decomponevasi con messa in libertà degli acidi grassi.

2°. La materia primitiva, esaurita per mezzo dell'etere, cedeva appena qualche traccia di sostanza all'alcole, la quale non presentava al tornasole reazioni nette.

3°. Dopo i due trattamenti indicati, coll'etere e coll'alcole, la stessa materia primitiva, disseccata a 110 gradi, rappresentava presso a poco la differenza tra 4gr,362 (peso della materia), ed 1gr,795 (peso del corpo grasso solubile nell'etere), e costituiva una sostanza fibrinoso-biancastra mischiata ad un'altra sostanza di color rosso mattone. Da tali risultamenti si può conchiudere che nella materia esaminata non esistevano, in modo sensibile, acidi grassi, e che la sostanza grassa non era stata scomposta.

Questi risultamenti sono conformi a' fatti scoperti ed annunziati da Bernard.



SUL GRANATO OTTAEDRICO DELL'ISOLA D'ELBA; NOTA DEL DOTT. LUIGI BOMBICCI.

Fra le molte forme monometriche del granato, descritte dagli autori, non si è trovata fin ora quella dell'ottaedro regolare. Solo nella recentissima pubblicazione della *Mineralogia Russa* di Kokscharow, trovasi indicata una varietà di granato nella quale il rombododecaedro dominante sarebbe combinato alle facce dell'esaedro ed a quelle dell'ottaedro grandemente subordinate.

Frattanto in questi ultimi mesi, il sig. tenente G. Pisani, sempre attivo nell'investigare con rara esattezza le ricchezze mineralogiche dell'isola d'Elba, ed al quale devesi la conoscenza di moltissimi fra i più preziosi esemplari cristallizzati che rendono tanto pregiata quella località, ha rinvenuto alcuni bellis-

simi saggi di una varietà di granato, nella quale prevale tanto la forma dell'ottaedro regolare da vedersene in generale esclusivamente costituiti i nitidissimi cristalli (*Tav. IV. fig.* 1). Solo in alcuni di essi si vedono combinate le facce del rombododecaedro che peraltro non vi conseguono un prevalente sviluppo (*fig.* 2). Bensì a poca distanza del giacimento del granato ottaedrico, ed in roccia analoga a quella che lo contiene, incontransi dei granati, simili al primo per la somma degli esterni caratteri ma cristallizzati in rombododecaedri; pure anche questi sogliono offrire sugli angoli triedri le faccettine dell'ottaedro (*fig.* 4), ponendo così in evidenza un instruttivo graduato passaggio fra questa seconda forma e l'altra del semplice ottaedro regolare. Una tale circostanza diminuiva assai il dubbio già insorto, che si trattasse, per i cristalli ottaedrici, di specie minerale diversa dal granato; e tal dubbio veniva in appresso intieramente eliminato dietro l'esame comparativo dei caratteri fisici e d'alcune reazioni al cannello. Tra i cristalli ottaedrici ve ne sono di quelli che presentano ancora le faccette dell'icositetraedro a guisa di lievissimo spuntamento degli angoli solidi dell'ottaedro; tali cristalli non sono peraltro numerosi ed in essi pure si associano le faccettine dodecaedriche (*fig.* 3).

Per quanto nitidi e ben definiti sieno i cristallini, le cui dimensioni ordinarie sono espresse da una lunghezza assiale di $0^{m},002$. . . . $0^{m},003$, ma che giunge talvolta a $0^{m},005$, pure le facce ottaedriche non sono molto lucenti; si direbbero quasi coperte da tenuissimo velo come di alterazione superficiale. Si avverte più agevolmente la poca lucentezza loro confrontandola a quella delle faccette dodecaedriche tanto più decisa; ciò d'altronde non reca meraviglia, trattandosi nel caso dell'ottaedro, di una forma che certamente non rappresenta il modo più normale di cristallizzazione nel granato. È inoltre da notarsi una graziosa iridescenza che si rende manifesta tanto sulle facce dell'ottaedro, quanto su quelle del dodecaedro romboidale.

Il colore dei cristalli tende a quel giallo detto volgarmente di miele; la frattura loro è ineguale, qualche volta è scagliosa; lo splendore è traente al resinoso.

Finalmente il giacimento di questa varietà di granato è una di quelle rocce serpentinose nelle quali le injezioni del granito recente indussero tante svariate e bellissime metamorfosi; cristalli di clorite e di epidoto giallastro l'accompagnano quasi sempre; l'intima associazione di questo ultimo minerale col granato ottaedrico stesso, costituisce anzi frequentemente una specie di roccia che potrebbe dirsi un' *onfacite*, considerando l'epidoto sostituentesi al pirosseno verde dell'onfacite propriamente detta.

L'unione del granato ottaedrico ai silicati magnesiaci, induce a credere che la magnesia entri in notevole proporzione fra le altre basi protosside isomorfe, ed i saggi al cannello stanno a darne conferma; non è probabile peraltro che il suo tipo di composizione chimica differisca tanto da quello degli altri granati conosciuti da autorizzare per esso un nuovo nome specifico; senza moltiplicare quindi inutilmente i nomi, crediamo che quello di *granato ottaedrico*, basti sufficientemente a distinguerlo.



LETTERE SULLA ESISTENZA NELLA PROVINCIA DI NIZZA DI UNA FORMAZIONE CUPRIFERA CONTEMPORANEA DEL TERRENO INFERIORE AL CALCARE LIASSICO, INDIRIZZATE DA C. PERAZZI INGEGNERE DELLE MINIERE DEL DISTRETTO DI GENOVA AL PROFESSORE *ANGELO SISMONDA* MEMBRO DELL'ACCADEMIA DELLE SCIENZE EC. EC.

(*Estratto dal Resoconto della R. Accademia delle Scienze di Torino, sedute 6 Febbrajo e 22 Aprile 1860*).

Grignasco, il 26 Dicembre 1858.

« Il terreno infraliassico della provincia di Nizza, che in « alcuni siti è dominato dal calcare a grifiti ed in altri da quel- « lo a belemniti, presentasi colla seguente composizione:

« Un potente banco di puddinga a grossi ciottoli rotondati « di quarzo bianco a cemento selcioso, riposa sopra strati di « schisti rossi argillosi, intercalati con grossi banchi d'arena- « rie a granelli di quarzo bianco, rosso e verde, vitrei, d'un « aspetto caratteristico.

« Gli schisti, dominanti in questa formazione, rossi pella « grande quantità di ferro che contengono, sono ovunque ben « caratterizzati da macchie verdi, quasi prodotte da goccie di « pioggia disossidante cadutavi sopra e che penetrò negli schisti « inferiori che pur rese verdi per alcune sfoglie.

« La direzione di questo terreno è N. 10° a 20° E., inclina « di 12 a 20° verso mezzodì e si estende dalla valle del Varo « a quella della Roya passando per Guillaumes, Dalnis, Lacroix, « Rigaud, Boglio, Rora, Sansalvatore, Rimplas, Valdibora, « Saint-Martin Lantosca, Belvedere, ec.

« Questa formazione sì graziosa pella forma che assumono « le collinette che la comprendono, non contiene traccia alcu- « na di esseri fossili, bensì è su tutta la sua estensione ben ca- « ratterizzata da minerali di rame che sì riccamente contiene.

« Infatti il banco di puddinga a grossi ciottoli di quarzo, « lo strato di schisti ad esso immediatamente inferiore, ed in « qualche sito, il banco d'arenarie e gli schisti più inferiori « ricchi sono in minerali di rame.

« Studiando bene la disposizione dei minerali nel banco di « puddinga si è condotti ad ammettere:

« Che all'epoca della formazione del banco di puddinga « una sorgente minerale su quella dominasse e che la dissolu- « zione ramosa sia penetrata negli schisti e nelle arenarie in- « feriori.

« Oppure che in un coi ciottoli quarzosi componenti la « puddinga siansi pure depositati ciottoli ricchi in minerali di « rame, provenienti dalla distruzione di più antichi filoni, e che « poi, formatasi per azione chimica una dissoluzione cuprife- « ra, questa sia penetrata negli schisti ed arenarie inferiori.

« I minerali principali che vi s'incontrano sono: il rame « nativo, l'ossido rosso, i carbonati bleu e verde, il silicato, « una combinazione d'ossido di ferro con ossido di rame, il « solfuro nero, il rame variopinto ed il piritoso, accompa- « gnati da clorite, baritina, carbonato di calce, ec.

« La ricchezza in rame di questa formazione varia molto « da un punto all'altro; però su tutta la sua estensione ritro- « vansi le traccie dei minerali in discorso.

« Esistonvi varii punti attorno a cui i minerali ritrovansi « maggiormente concentrati: infatti sono questi più abbondanti « laddove i terreni che li racchiudono vennero metamorfosati « da un'azione *posteriore* al deposito metallifero, come, per esem- « pio, attorno ad emanazioni baritiche, che in qualche sito os- « servansi.

« Dell'esistenza di tale formazione cuprifera mi convinsi « in un lungo viaggio che feci da solo nello scorso agosto; un « secondo viaggio fatto in ottobre col mio amico sig. Francfort, « mi riconfermò pienamente nell' osservato.

« Il valore industriale di questo giacimento di minerali di « rame non venne per anco studiato; spero però che a tal fine « molti lavori si faranno nel corrente di questo anno, del risul- « tato dei quali mi farò dovere di tenere informata la V. S. « Illustrissima.

« Questo studio sembrami oltremodo interessante perchè, « a mio avviso, darà il mezzo di determinare l'epoca della for- « mazione cuprifera della valle d'Aosta e quindi l'età dei ter- « reni metamorfici che la racchiudono.

« In questa valle l'*azione posteriore* che produsse il me- « tamorfismo dei terreni geologici ed il concentramento dei mi- « nerali, *primitivamente* disseminati nella formazione, e la loro « orientazione attuale attorno varii centri d'attrazione d'affi- « nità, varia per sommi gradi da un punto all'altro, varia « quindi altresì sui varii siti il modo di metamorfismo delle « roccie e la disposizione dei minerali in quelle; e questa può « essere la causa della differenza osservata nel modo d'essere « dei minerali nei diversi giacimenti cupriferi, di riconosciuta « contemporaneità, della Valle d'Aosta, e fors' anche fra que- « sti e quelli della provincia di Nizza ».

Grignasco, il 18 Aprile 1860.

« .... i lavori intrapresi nella valle del Varo sotto la savia direzione dell' Ingegnere Francfort hanno dato ottimi risultati. Già due vere miniere s'ottennero in questa valle ed una Società Inglese, intitolatasi: « *Società Inglese delle Miniere del Varo* » sta intraprendendo la costruzione di una apposita laveria.

« I principali lavori trovansi concentrati su quella parte dello strato cuprifero che affiorisce nel comune di Lacroix, nel sito detto *Serigiet*, ed in quello di Daluis, a *Ubac de Jourdan*, e le miniere sono distinte coi detti nomi di località. A *Serigiet* lo strato cuprifero è stato tagliato col mezzo di quattro gallerie, che già sommano fra loro duecento e più metri di lunghezza; a *Ubac de Jourdan* venne pure scavato per quarantadue metri e con lavori ascendenti e discendenti, ed ovunque questo strato cuprifero si mostrò sì ricco in minerale di rame da costituire un' assai utile coltivazione.

« I più importanti minerali incontrati sono il *rame bigio argentifero*, il *solfuro nero*, l' *ossido rosso*, il *rame variopinto* ed il *piritoso*, il *carbonato verde e azzurro*, il *fosfato*, l'*arseniato* ed il *silicato crisocolla*.

« Il potente banco di puddinga con grossi ciottoli di quarzo, è in queste regioni profondamente metamorfosato, si direbbe quasi, da una dissoluzione alcalina calda, la quale, attaccando la silice, avrebbe prodotto il cemento cristallino che ne avvolge i ciottoli.

« La formazione degli schisti rossi, molto ricca di perossido di ferro, mostrasi in ogni dove attraversata da filoncelli di quarzo e di calcare.

« Infine tutti i caratteri mineralogici presentati dallo strato metallifero ne indicano la più grande analogia cogli strati cupriferi del terreno permiano del Mansfeld e della Russia; e se tale analogia esiste di fatto, essa gioverà grandemente per chiarire l' epoca geologica di questa formazione sì potente di schisti rossi, e priva affatto di esseri fossili ».

NB. Il minerale ottenuto da queste miniere lavato, venne assaggiato a Swansea il 19 Novembre 1859, e da un legale certificato rilasciato dalla casa Bath e figlio risulta contenere 40 $^1/_4$ $^0/_0$ di rame e 29 $^1/_4$ oncie inglesi d'argento per 1000 k. di minerale.



OSSERVAZIONI SULLE MALATTIE DEL BACO DA SETA;
DI A. CICCONE.

I gravi danni patiti dalla industria serica in Francia, i maggiori che minacciava la regnante epidemia, e la scura e misteriosa cagione del male, indussero l'Accademia imperiale delle Scienze di Parigi a creare una Commissione che pigliasse a studiarne la natura. Le ricerche patologiche toccavano naturalmente al membro della Commissione, che aveva consacrato tutta la sua vita, prima alla medicina pratica, poscia alla zoologia, il sig. A. de Quatrefages, il quale, dopo avere percorso le contrade meridionali della Francia e aver osservato tutte le diverse forme del male nelle più svariate condizioni d'allevamento, tornò a Parigi, ordinò le osservazioni e gli studj fatti sulla epidemia, e pubblicò un bel libro col titolo di *Studj sulle malattie attuali del baco da seta*. La importanza del soggetto, il pregio del libro e il nome dell'autore non permettono che si trascorra leggiermente sopra un lavoro, come questo del Quatrefages; e gli studiosi delle industrie agrarie leggeranno certamente con piacere un'analisi esegetica e critica della teoria proposta in questo libro.

Ed io abbonderò più nella parte critica che nella esegetica, perchè stimo che si possa trarre maggior profitto dalla discussione che dalla esposizione: e pertanto darò prima un'idea compendiosa dell'opera, e poi sceglierò le principali quistioni trattate dall'autore, per farne un esame minuto e coscienzioso,

L'autore divide il suo lavoro in due parti, l'una storica, l'altra dottrinale.

Dopo di avere accennato, come il male si mostrasse dapprima a Poitiers, poi nella valle del Rodano, donde si estese per tutta la Francia e fuori, ritiene come fatto assicurato, che il male scoppiò nelle razze francesi.

Premessa una descrizione geologica delle tre vallate di Vigan, Valleraugue e Valborgne, che ha studiate di preferenza, narra la invasione e il corso del male in quelle contrade, e ne deduce come conseguenze, che, « il male invase al tempo stesso luoghi distanti da 18 a 20 chilometri in linea retta, separati da alte montagne appartenenti a differenti bacini, e posti in condizioni diversissime di suolo e di altezza » che « luoghi poco distanti possono essere nel tempo stesso attaccati, malgrado una differenza di livello che può giungere sino a 477 metri, talvolta luoghi molto elevati ne sono invasi prima d'altri situati più in giù » che « luoghi, posti apparentemente quasi nelle medesime condizioni, possono essere trattati molto differentemente dal male in quistione » che « l'isolamento e l'allevamento in piccolo non preservano in modo assoluto dalla epidemia.

Dai fenomeni, osservati nelle tre valli prima del 1858 e in quell'anno, trae l'autore le seguenti conclusioni: 1°. che « dal 1849 al 1858 il male si è manifestato talvolta sotto forme differentissime a Vigan, a Valleraugue ed a S. Andrea; 2°. che « durante lo stesso periodo il male ha rivestito successivamente forme differenti in ciascuno di quei luoghi, isolatamente considerati; » 3°. che « il male, sotto qualunque forma siasi manifestato, ha portato in quelle tre valli risultamenti del pari disastrosi » 4°. che « in tutti gli allevamenti che ha visitato, ha trovato la *pebrina* (1) in diverso grado; » 5° che tutti i bachi di un allevamento possono essere infetti dalla pebrina anche quando pajono sani agli occhi più esercitati »; 6°. « che l'uso della lente ed una certa pratica sono necessarj per assicurarsi della presenza o della mancanza della pebrina; e però un ri-

(1) Questo nome è tratto dal volgare di Linguadoca, dove dicono *pebrat*, impepato: donde il Quatrefages trae *pebrine*, quasi malattia degl'impepati.

sultamento negativo, ottenuto senza il concorso di queste due condizioni, non è concludente.

« Così, dappertutto, accanto ai fenomeni morbosi *facili a riconoscere*, ma variabili da un luogo all'altro, ce n'ha uno, che, *difficile a riconoscere* nel massimo numero dei casi, non è pertanto meno *universale e sempre identico* ».

Nella ricerca delle cagioni del male, l'autore passa in rassegna la dimesticazione, la degenerazione, le pratiche viziose di fare il seme, la introduzione di seme straniero, le frodi del commercio, la natura dell'alimento, le condizioni atmosferiche, e altre circostanze risguardanti l'igiene del baco, e termina conchiudendo: « 1°. che conosciamo ben poca cosa sulle cagioni primitive del male, su quelle che ne modificano le manifestazioni: 2°. che possiamo determinare un numero abbastanza grande di cagioni capaci di facilitare l'estensione e la durata del male: 3°. che quasi tutte queste ultime si riferiscono alla violazione di qualche precetto igienico ». E investigando *il modo generale* di azione di queste cause, si mostra inclinato a pensare, che operino indebolendo le forze vitali del baco.

Nelle sue considerazioni sull'indole e sul carattere del male, il Quatrefages ravvisa la più grande analogia tra esso e il colera; e fatta la storia particolareggiata delle contrade invase, dei luoghi risparmiati e delle razze momentaneamente risparmiate, conchiude: « se il colera è una epidemia, non si può ricusare questo titolo al male che devasta le bacherie ». E lasciando stare la sottile distinzione tra la *eredità propriamente detta* e la *predisposizione congenita*, tutti i fatti provano ad evidenza, che questo male è ereditario. E per ciò che spetta alla infezione e al contagio, ei si crede autorizzato dai fatti da lui osservati a stabilire, che propriamente non è nè contagioso, nè infettante, ma che può acquistare l'una e l'altra qualità, quando si trovi in complicazione con una malattia che le possegga. « Insomma tutti i fatti raccolti concorrono a dimostrare, che il male in quistione è *una epidemia ereditaria, che può diventare accidentalmente contagiosa ed infettante* ».

Dopo d'avere accennato alle varie opinioni di diversi scrittori intorno alla natura del male, l'autore osserva che « tutte le opinioni precedenti han questo di comune, che ammettono

la esistenza di una malattia unica ». Ei dichiara al contrario, che è quasi sempre il risultamento di una complicazione; e soggiunge: « più sopra ho detto come avessi trovato *dappertutto* le macchie caratteristiche della prebina; come questa malattia logorasse lentamente le forze del baco, sino a mentir quasi le apparenze dell'atrofia; e come nel maggior numero dei casi malattie diverse si sviluppassero in mezzo alle moltitudini di bachi già infiacchiti, e diventassero la causa immediata della morte degl'insetti. Dire che il male in questione nelle sue mutabili e moltiplici forme è dovuto *alla pebrina complicata con malattie che variano in ragione del tempo e del luogo*, non è altro che compendiare la somma di questi fatti.

« Noi adunque siamo condotti a riconoscere in questo male due elementi distinti: l'uno *generale e costante*, l'altro *locale, variabile e temporaneo*. Resta soltanto che si assegni a ciascuno la parte che gli spetta nei disastri che affliggono le contrade sericole.

« Noi attribuiamo soprattutto alle malattie intercorrenti, vale a dire all'elemento variabile del male, l'ineguaglianza di riuscita degli allevamenti e i disastri onde sono colpiti.

« Ma da una parte la pebrina, operando sola, *uccide egualmente* un certo numero di bachi prima che facciano il bozzolo, e sola ancora ha devastato certe bacherie: d'altra parte essa *preesisteva dappertutto* alle malattie intercorrenti, e infiacchendo i bachi gli rendea infinitamente meno capaci di resistere agl'influssi deleterj che operavano sovr'essi.

« Per conseguenza la pebrina, cioè l'elemento costante del male, concorre sempre e per doppia via ai disastri delle bacherie e allo scemamento dei ricolti ».

Un fatto nuovo e importantissimo, ove dalla sperienza venisse convalidato, è l'effetto maraviglioso dello zucchero, come soccorso terapeutico capace di prevenire ed anche di curare il terribile flagello delle bacherie. Convinto il Quatrefages della inutilità delle fumigazioni di zolfo e di cloro, delle foglie bagnate di acido acetico o solforico allungati col vino o col rhum, della poca efficacia della polvere di zolfo e carbone, rivolse l'animo ad altre sostanze, e tentò la valeriana e la senapa, da cui ottenne un passeggiero miglioramento; poi alla china e alla gen-

ziana, che trovò ancor meno efficaci della valeriana e della senapa; da ultimo ricorse allo zucchero, e notò che il baco mangia più volentieri la foglia stantìa inzuccherata, che fresca senza zucchero, e che spesso bachi malati, che rifiutarono la foglia ordinaria, mangiarono la inzuccherata. Da alcune sperienze comparative sovra bachi malati risulterebbe, che l'uso dello zucchero produce una maggiore quantità di bozzoli di qualità migliore. « E tra gli effetti prodotti dalle foglie inzuccherate ce ne ha uno principalmente che par degno di considerazione; la più sollecita formazione del bozzolo, la quale è una condizione importantissima, perchè in certi casi può salvare la maggior parte di un allevamento. Lo zucchero par che operi sui bachi da *tonico leggiermente stimolante*, e pertanto riesce eminentemente opportuno per combattere l'azione delle *cause debilitanti*. Ora il ragionamento e la sperienza diretta ci hanno insegnato, che molta parte avevano queste cause nell'attuale epidemia, e però la somministrazione dello zucchero, anteriormente a qualunque manifestazione morbosa in una bacheria, dev' essere riguardata come uno dei migliori spedienti per allontanare il male ».

Dall'esame de' soccorsi terapeutici passa l'autore a quello degl'igienici, e parla del metodo di André-Jean, degli allevamenti autunnali, degli allevamenti in piccolo, degli allevamenti all'aria aperta, della distribuzione delle foglie sui rami, le quali cose si trovano pure discusse in tutti i buoni libri sull'allevamento dei bachi.

Seguono alcune osservazioni sui metodi di allevamento, e altre sulle sementi indigene e straniere, sul loro commercio, sulle frodi che vi si sono introdotte, sui segni che distinguono le buone dalle cattive sementi; sui mezzi per isvelare le frodi, sui saggi anticipati, sulla scelta dei bachi, dei bozzoli e delle farfalle per avere buona semente; sull'allevamento delle piccole partite espressamente per seme, ec., e si chiude così la prima parte del libro.

La seconda parte è più specialmente consacrata alla teorica del morbo, che l'autore chiama pebrina. Invece di farne la sposizione, io preferisco di scegliere alcune delle quistioni più importanti, e trattarle un po' distesamente, affinchè si abbia al tempo stesso un concetto chiaro delle idee dell'autore e del

giusto valore in che debbono essere tenute. E prima di finire dirò, che io non userò la parola pebrina, che non so quanto diritto abbia per entrare nella lingua francese, ma so che non ne ha nessuno per entrare nella nostra: non chiamerò il male nè *petecchie* nè *necrosi*, per non pregiudicare al concetto della sua natura, e lo dirò semplicemente *macchie*, perchè quelle ne sono il fenomeno più chiaro e apparente, nel quale, bacaj e dottori, tutti convengono concordemente.

1.

Le macchie sono una malattia nuova o antica?

« La pebrina non è malattìa nuova, ma finora è stata confusa col calcino ». Il sig. de Quatrefages è stato condotto a questa conclusione dal considerare, che il sintomo più costante dell'attuale epidemia sono le macchie; che, quando il baco muore soltanto del mal delle macchie, il suo cadavere in luogo di corrompersi si dissecca, e il disseccarsi di questi bachi intanto differisce da quello dei calcinati, che questi presentano quella fioritura bianca che non si osserva in quelli. È vero che in certi casi i bachi si disseccano con poca o punta fioritura; ma questa circostanza dovea rendere più facile la confusione della malattìa delle macchie con quella del calcino. Si sa intanto che molti scrittori assicurano, che i bachi calcinati durante la vita presentano certe macchie sugl'integumenti, mentre altri osservatori negano qualunque specie di macchia prima della morte. Ora il solo modo di conciliare l'apparente contradizione è questo, che ci sono due malattie che fanno disseccare il cadavere del baco, il calcino che finisce per lo più colla fioritura, e le macchie che producono un disseccamento puro e semplice. E il Quatrefages si conferma in questa opinione per la testimonianza della signora Pelet, la quale ricordava di aver osservato, prima che si fosse parlato di questa malattia, molti esempi di quelle macchie nella bacheria di suo padre.

Il disseccamento del cadavere del baco, qualunque sia stata la cagione della morte, dipende dal difetto d'una sufficiente quantità di umore. Nel calcino la botrite bassiana se l'appro-

pria per suo nutrimento: se ce n'è molto, la crittogama prolunga fuori degl'integumenti i suoi steli, e dà luogo alla fioritura; se non ce n'è abbastanza, la sua vegetazione si arresta, e la fioritura o manca affatto, o è appena sensibile in qualche punto. In tutti gli altri casi il disseccamento o la putrefazione dipendono dalla proporzione tra i liquidi e i solidi del baco: onde accade che nella prima età, qualunque sia la natura del male che gli spense, i bacolini non vanno mai in putrefazione, nella seconda rarissimamente, e in ragione che avanza l'età, si rende sempre più difficile il disseccamento dei cadaveri.

Io non nego che in qualche esempio si possa osservare il disseccamento del cadavere del baco morto da malattia diversa dal calcino, malgrado che sopra migliaja di cadaveri, che in quattro anni di studj mi son passati sotto gli occhi, non mi fosse accaduto giammai d'incontrarne un esempio. Ma niuno mi vorrà contrastare che questi esempi sono rari, non perchè io non ne abbia osservati, ma perchè come rari li danno quelli stessi che ne parlano. E gli stessi scrittori, che parlano di cadaveri disseccati, non accennano tanto alle macchie quanto all'atrofia, quella che Dumas chiamava etisia, nella quale si nota come carattere principale della malattia una diminuzione considerevole nella quantità del sangue. Ed io aggiungerò, che dalle mie ricerche sulle condizioni anatomiche dell'atrofia risulta, che le prime e più gravi lesioni s'incontrano nel tubo digerente, che vi ha una grande analogia tra le chiarelle e le gattine, e che spesso le gattine finiscono col diventare chiarelle. Quando si è verificato questo caso, vi sono le più favorevoli condizioni, purchè invece della putrefazione abbia luogo il disseccamento del cadavere del baco, essendo scarsissima la quantità del sangue e molto disposto a rappigliarsi e ad assodarsi quel liquido gelatinoso raccolto nello stomaco: ma di bachi macchiati, che dopo morte si sieno disseccati e indurati per la sola virtù della malattia delle macchie, io non credo che vi sia stato esempio giammai. Non mi par dunque molto concludente l'argomento del Quatrefages, il quale ritiene come presi dalla malattia attuale delle macchie quei bachi, che s'indurirono dopo morte, e da taluni scrittori furono visti macchiati prima di morire. Senzachè, se questi scrittori parlavano di cal-

cino, qual ragione abbiam noi per credere che accennassero al calcino senza fioritura? Se così fosse stato, non è egli da presumere, che quei diligenti osservatori l'avrebbero notato?

Non voglio dire con ciò, che prima di questa epidemia i bachi fossero immacolati; credo anzi, che di quelle macchie, onde oggi li vediamo così copiosamente cospersi, non sieno mancate giammai; ma credo pure che giammai per lo passato si sieno presentate, come oggi sventuratamente vediamo; imperocchè non saprei capacitarmi, come una malattia così disastrosa avesse potuto sfuggire all'occhio interessato dei bacaj. Ora la quistione di novità implica quella d'identità: e il signor de Quatrefages, per dimostrare che questa malattia delle macchie non è nuova, dovrebbe fornir le prove, che le antiche macchie dei bachi erano identiche colle presenti. Giova spiegare il concetto con qualche esempio tratto dalla patologia umana. Il colèra non è malattia nuova, perchè negli scritti dei medici più antichi se ne leggono particolareggiate descrizioni: da pochi anni in qua tutte le contrade di Europa sono state devastate da un colèra particolare, che fu detto asiatico per la origine, e per distinguerlo dal comune: sarebbe ragionevole il dire, che il colèra asiatico non è malattia nuova in Europa, solamente perchè da tempo immemorabile si conosce un colèra in patologia? A me non par lecito venire a quella conclusione, prima di avere dimostrata la identità dell'uno e dell'altro colèra. E v'ha in patologia certi fenomeni comuni a molte malattie, i quali, quando accompagnano morbi leggieri, poco attirano l'attenzione; ma in certi casi diventano il sintomo predominante di qualche morbo gravissimo, e a lui si rivolgono allora tutti gli occhi: si dirà che questo morbo non è nuovo, soltanto perchè quel fenomeno era stato per lo innanzi osservato?

Io dunque mantengo, che la malattia delle macchie, come ci si mostra oggi, è nuova, perchè non ci consta che sia stata innanzi osservata come tale: non nego che per lo passato abbiano potuto osservarsi di tali macchie, le quali potevano aver anche la stessa origine, ma non avevano la stessa significazione morbosa.

2.

Concetto della epidemia.

Il signor de Quatrefages, dopo di avere accennato alle diverse opinioni sulla epidemia dominante, soggiunge: « Tutte le opinioni precedenti hanno questo di comune, che ammettono la esistenza di una malattia unica » ed esponendo in una formola compendiata il suo concetto, dice « che il male presente, nelle sue mutabili e molteplici forme, non è altro che il male delle macchie, complicato con altre malattie che variano secondo il tempo e il luogo ».

Che la presente morìa dei bachi si debba imputare, non ad una, ma a più malattie essenzialmente diverse, è a mio avviso il vero concetto dell'attuale epidemia: ed in questa sentenza era io venuto, molto tempo prima che il Quatrefages fosse andato nel mezzodì della Francia a fare i suoi studj sulla *malattia dei bachi*. Della quale cosa può far fede il sig. Montagne, che gli è collega nell'Accademia e nella Commissione, e al quale sul cominciare del Maggio del 1858 io comunicava per lettera il sunto di un mio lavoro, interamente fondato su questo concetto: e se questo lavoro sarà stimato degno di vedere la luce, ne porterà seco la prova autentica. E se dico queste cose, non è che io abbia la vanità puerile di farne una quistione di priorità, ma solo perchè mi dorrebbe di vedermi apposta la taccia di plagiario, la quale io non temo d'incorrere, ove il lettore si compiacerà di seguirmi nello svolgimento di questo concetto, che nel mio sistema riesce differentissimo da quello del Quatrefages.

Nel concetto del Quatrefages la epidemia attuale dei bachi consta di due elementi, l'uno stabile e costante costituito dalle macchie, l'altro incerto e variabile costituito dalle altre malattie del baco che sopravvengono a complicare le macchie: le macchie non mancano mai, e quando con diligenza si cercano colla lente, si trovano anche nei bachi che hanno le più belle apparenze di salute: senz'altra complicazione uccidono esse un certo numero di bachi, e talvolta devastano le bacherie: più spesso, indebolendo i bachi, gli rendono incapaci di resiste-

re agl' influssi deleterj che operano su di essi: e alle malattie intercorrenti, che sopraggiungono in complicazione, sono da imputare la inegual riuscita degli allevamenti e i disastri onde sono colpiti.

Le mie osservazioni non mi permettono di accettare queste idee. Io convengo che le macchie sono nel baco assai più comuni che non si mostrano in apparenza, e che si possono scoprire sopra bachi apparentemente sani: ma sono macchie quasi microscopiche, che non hanno quell'importanza che vien loro attribuita dal Quatrefages. E io stimo esser questo il vizio capitale della sua teorica sull'attuale epidemia: imperocchè le macchie, isolatamente considerate, costituiscono una malattia lievissima; non riescono mai per se medesime mortali e i bachi, che ne muojono, presentano le condizioni anatomiche di altra gravissima malattia; onde ne segue una inversione di uffizj, essendosi attribuita una parte capitale a un fatto secondario, e una parte secondaria a fatti capitali. A queste cose accenno io qui di volo, perchè non è il luogo di svilupparle: appresso ne parlerò più distesamente, e passo ora ad esporre il concetto che io mi son formato della presente epidemia.

Penetrato dell'idea, che la grande mortalità de' bachi dovesse imputarsi a molte malattie, ho studiato il male nelle uova, nel loro schiudimento, nel baco, nella crisalide, nella farfalla.

In quanto alla covatura e allo schiudimento ho trovato, com' era da aspettarsi, che della semente infetta una gran parte non ischiude: e delle uova covate e non ischiuse alcune non presentano mutamento di sorta, altre lasciano trasparire a traverso del guscio il bacolino già pienamente formato e mortovi dentro. Il tempo della covatura mi è paruto più breve nella cattiva che nella buona semente, ma non ardisco presentar questo come un fatto generale, perchè non è fondato sopra un numero sufficiente di costanti osservazioni. Più costante e meglio assicurata è la irregolarità dello schiudimento; imperocchè, se la buona semente schiude tutta in 5 giorni, e il maggior numero nei 3 di mezzo, lo schiudere della cattiva non si compie in meno di 8 o 10 giorni.

Tra i bachi già sbucati dal guscio, ho notato nella prima età due malattie: quella dei bachi rossi o scottati, e quella di

altri che mi presentarono i tre caratteri seguenti: la lunghezza del corpo un po' maggiore del consueto, una tinta più chiara nella parte anteriore del corpo, e gli anelli toracici sensibilmente rigonfiati, per modo che i bacolini sembravano terminare in coda. La prima è una malattia da lungo tempo conosciuta; della seconda non trovo menzione negli scrittori, se pure non si voglia confondere colla lucidezza, che si osserva nella seconda e nella terza età. Queste due malattie cagionano perdite gravissime, che non sono avvertite per la picciolezza dei bachi.

Nella seconda età non mi è accaduto di riconoscere altra malattia che la lucidezza.

Nella terza la malattia predominante è il giallume: il quale in questo periodo si mostra sotto una forma alquanto diversa da quella che riveste nella quarta e nella quinta età; i bachi in generale non gonfiano, e cadono facilmente disfatti; ma le condizioni anatomiche e quindi la natura del male sono le medesime.

Nella quarta si osservano di preferenza le macchie, le chiarelle, le gattine, e non son rare le vacche.

Nella quinta prevalgono le gattine e le macchie: nella pienezza del crescimento si mostra non di rado quella che chiamano apoplessia, asfissia, morte apparente, ed al tempo della maturità abbondano maravigliosamente i frati o riccioni.

In tutte le crisalidi malate e morte, macchiate e non macchiate, sempre ho scoperto nel sangue in differente grado le condizioni anatomiche del giallume.

Nelle farfalle si possono segnalare i vizj di conformazione, le macchie, e quella che fu chiamata idropisia.

Essendo dunque la moria dei bachi prodotta da tante svariate malattie, era mestieri studiarle separatamente, e notarne le somiglianze e le discrepanze; e questo ho fatto: ma, non potendo qui consegnare per disteso i particolari, ne offrirò in compendio i risultamenti generali. E lasciando stare le malattie della prima età del baco, non ancora bene studiate e difficilissime a bene studiare, dirò che, se si volge uno sguardo alle condizioni anatomico-patologiche di tutte queste diverse malattie, si troverà qualche cosa di comune o certo di analogo

in alcune, di guisa che si potrebbe farne tre gruppi; nel primo starebbero le macchie del baco, della crisalide e della farfalla; nel secondo il male del chiaro e la macilenza o atrofia: nel terzo il giallume, l'infratimento e la idropisia. E veramente le macchie, in qualunque periodo della vita dell'insetto si osservino, non hanno nulla di comune colle altre malattie, nè per la forma nosografica, nè per la condizione anatomico-patologica, nè pel processo di formazione. Nel secondo gruppo sarebbero compresi il mal del chiaro e l'atrofia, che hanno di comune la sede principale del morbo che è lo stomaco; e si ha pure una certa ragione di supporre un'analogia nei due processi morbosi, perchè assai frequentemente si veggono diventar chiarelle le gattine. Nel terzo scorgiamo la identità di sede, e la più grande analogia nella condizione anatomico-patologica; imperocchè nel giallume, nell'infratimento e nella idropisia la sede del morbo è nel sangue, e la lesione predominante consiste nella copia eccessiva dei globetti ovoidi proprj del corpo grasso: e in questo medesimo gruppo io racchiuderei anche le crisalidi malate e l'asfissia o morte apparente, se sopra quest'ultima malattia possedessi un maggiore numero di osservazioni. Non vorrei si credesse esser mio avviso, che le malattie comprese nel medesimo gruppo sieno identiche di natura: io non do tanto peso all'analogia di essenza da confonderle insieme: ma ne do soltanto quel che basta, per considerarle come specie diverse comprese sotto il medesimo genere.

Quest'analogia è forse la causa di certe complicazioni speciali; perchè le malattie più prossime di processo morboso e di sede si veggono più facilmente fra loro complicate, mentre al contrario è ben difficile di trovare congiunte quelle che vengono da processi morbosi di natura diversa e hanno sede in organi differenti. Ho già citato il caso comunissimo della macilenza che finisce così spesso in complicazione col mal del chiaro; qui aggiungo la facilità con cui i frati, quando riescono a trasformarsi in crisalidi, mostrano nel loro sangue gli elementi anatomici del giallume, e se pervengono allo stato di farfalla, riescono farfalle idropiche. Sulle chiarelle e sulle gattine non si vede sorgere giammai il giallume, ed è rarissimo il caso che qualche gattina infratisca. Le macchie, non le miscrocopiche, ma le manifeste e sensibili, non si veggono quasi mai sulle chia-

relle, e non sono nè frequenti nè copiose sulle gattine: nel giallume non si veggono quasi mai, mentre sono comunissime nei frati; ma è qui da notare, che molto più comune è il caso che i bachi macchiati infratiscano, che l'altro in cui i frati si macchino.

3.

Qual sia il vero colore delle macchie de' bachi.

« Il punto, ove una macchia comincia a manifestarsi, non mostra sulle prime nulla d'irregolare, qualunque sia il tessuto che ne verrà preso: più appresso non si scorge negli elementi alcun visibile cangiamento; soltanto una tinta giallognola, anche più pallida, ne indica la invasione. Questa tinta occupa quasi costantemente uno spazio di forma circolare od ovale, ed è sempre un po' più fosca nel centro che negli orli.

« La tinta gialla diviene sempre più manifesta, senza che si mostri nulla di nuovo, e la macchia presenta allora un aspetto particolare... Appena cominciano le macchie a prendere un certo sviluppamento, che prontamente s'infoscano, e una tinta bruna sempre più cupa, si mostra nelle parti centrali: in quelle, che hanno un diametro di 0,028 a 0,030 di millimetro, questa tinta è già fosca abbastanza per distruggerne quasi tutta la trasparenza. Nelle più grandi il colore si fa sempre più fosco, e al microscopio si mostra affatto opaco in quasi tutta la sua estensione: senonchè sugli orli, dove il male è evidentemente in via d'invadere nuovi tessuti, si riconoscono tutte le particolarità che l'alterazione ha presentate nella sua origine. Ogni macchia è limitata da una zona più o meno estesa, tinta d'un giallo molto pallido esteriormente, e nel mezzo ha una tinta bruna o bruno-rossigna ».

Ecco una descrizione fedele della tinta delle macchie, degna di un osservatore come il Quatrefages. Ma egli, tenendosi troppo strettamente legato alle apparenze, ritiene che il vero colore delle macchie nel loro centro non è il giallo, ma il bruno più o meno fosco; e soggiunge: « secondo il signor Ciccone questo mutamento di colore è soltanto apparente; il vero e

reale colore delle macchie è giallo, e se paion brune o nere, questo dipende unicamente dall' accumulazione di una maggiore quantità di materia colorante. Il Ciccone doveva inevitabilmente essere condotto a questa opinione da quella, che egli aveva abbracciata sulla natura e sul modo di formazione delle macchie, le quali ai suoi occhi non sono altro che una materia colorante fornita dal sangue. Per me, al contrario, la macchia risulta da un' alterazione dei tessuti e dei liquidi, e stimo essenziale il mutamento di colore, e lo attribuisco ai progressi di quest' alterazione. Per decidere questa delicata questione, ho consultato il sig. Chevreul, la cui autorità in questa materia non ammette appello: e l' illustre Autore di tante belle ricerche sulla tintura e sui colori non ha esitato un momento a rispondermi, che giammai il giallo primitivo delle macchie, per fosco che si voglia, potrà dare origine al bruno o al nero delle macchie più grandi ».

Innanzi tutto debbo dichiarare, che non è stata la opinione sulla natura delle macchie che mi ha condotto alla opinione sul loro vero colore; al contrario, il loro vero colore è stato uno degli argomenti che mi hanno guidato alla determinazione della loro natura. Ma ciò non monta: ora è mestieri che io riabiliti quella mia opinione innanzi al tribunale del signor Chevreul, che è stato dichiarato inappellabile: e però, privato del beneflzio dell' appello, io mi avvalgo del diritto di revisione di causa, e me ne richiamo innanzi allo stesso tribunale di Chevreul, a Chevreul meglio informato. Imperocchè non è già quistione di vedere, se mai il giallo possa diventare bruno o nero, ma bensì se il giallo possa in certi casi diventar tanto fosco da parer bruno. Posta in questi termini la quistione, io non dubito che il sig. Chevreul riformerebbe la prima decisione: e quando non volesse riformarla, malgrado tutto il rispetto dovuto alla sua scienza dei colori, io mi troverei obbligato a ripetere col Galilei: *eppur si muove.*

Infatti, basta dare uno sguardo a quelle pastiglie di colori, che forniscono le scatolette per dipingere ad acquarello, per veder quanto sia difficile il distinguere il vero colore di alcune, senza ricorrere allo scritto che v' è impresso di sopra: e quelle bacchette di liquirizia che paiono brune, anzi nere, non sono

veramente ed essenzialmente gialle? Quando una sostanza colorante gialla si accumula e si addensa, si rende sempre più fosca: e se a questo si aggiunge il difetto di trasparenza, piglia un fosco così cupo, che mentisce le apparenze del bruno e del nero. Questi sono fatti così patenti, che non v'ha scienza che possa combatterli, nè autorità che possa distruggerli: onde rimane da vedere, se quella parte della macchia, che par bruna o nera, sia tale veramente, o se per l'accumulamento di materia gialla e opaca piglia le fallaci apparenze di una tinta bruna, mentre il suo vero colore è il giallo.

Per risolvere la quistione posta in questi termini, il mezzo più opportuno è quello di allontanare le cagioni che producono la illusione, vale a dire sciogliere le sostanze solubili, sminuzzolare le insolubili. Una di queste prove parmi abbia fatta lo stesso signor de Quatrefages: « Esaminando, ei dice, colla semplice lente gl'integumenti di un baco primitivamente macchiato, quando son divenuti affatto trasparenti, si distinguono ancora le grandi macchie, ma esse appariscono bianchiccie per riflessione e leggiermente giallognole per rifrazione.... Quando si è fatto bollire soltanto per poco tempo, le macchie grandi e mezzane conservano quasi tutti i loro caratteri; facilmente le si veggono come spezzate; e fra le macchie opache si vede una tinta gialla molto spiccata.... Quando la ebullizione si è continuata più a lungo, le grandi macchie sono quasi interamente scolorate, e la loro tinta è diventata gialla più o men pallida ».

E se il sig. de Quatrefages incontra qualche difficoltà ad accettar la conclusione naturale di queste sue sperienze, perchè nella bollitura aveva egli adoperato la potassa, io gli proporrò uno sperimento ancora più semplice e più concludente. Si tagli il pezzo d'integumento su cui giace la macchia, si ponga fra due vetri, e si schiacci e stritoli con una certa forza: quando si sottopongono quei due vetri al microscopio, si vede che ogni tinta bruna è sparita, e che la macchia, divisa e distesa per lo schiacciamento, non offre altro colore che il giallo più o meno carico, secondo la spessezza dei minuzzoli di materia colorante.

Se dunque il colore delle macchie è primitivamente giallo,

e se la materia delle macchie grandi che paiono scure, divisa e stritolata, si trova gialla come prima, non si ha tutta la ragione di dire che il color bruno è ingannevole, e che il vero colore delle macchie è il giallo?

4.

Qual sia la sede delle macchie.

« Esaminando, dice il Quatrefages, nei bachi preparati gl' integumenti che formavano pieghe più o meno chiare, m'è accaduto più volte d' incontrar macchie che si presentavano di profilo. In questi casi si vedeva chiarissimamente lo strato interno che vi passava di sopra e le ricopriva interamente.

« E principalmente quando si esamina la macchia così di profilo, è facile il convincersi che la macchia va congiunta còn un aumento di volume della parte malata: quasi sempre ella sporge in modo più o meno notevole sulla faccia interna degl' integumenti.

« Le pieghe, cui ho accennato, si continuano talvolta al di sopra di tutta la massa granulosa, e indicano così che questa trovasi compresa fra due membrane.

« Dai contorni della macchia si veggono partire alcune pieghe, che si perdono nelle granulazioni del centro: il che indica evidentemente che la membrana si confonde colla massa granulosa, dove questa è più spessa. In altri termini, la macchia aveva invaso questa membrana interna del pari che i sovrapposti *strati epidermici*.

« Così intorno alle macchie, come altrove, è siffattamente unita agli *strati epidermici*, che non se ne distingue in nessun modo.

« Qual'è dunque questa membrana? ... Io son portato a credere, sino a che non si abbiano più esatte informazioni, che cotesta membrana non sia altro che il *derma* ».

Adunque la macchia starebbe secondo il Quatrefages tra il derma e gli strati epidermici. Intanto abbiamo due fatti microscopici: nel primo la macchia, osservata di prospetto, non si vede coperta di alcun velo; nell' altro, vista di profilo, si

scorge una membrana che la copre. Ora in questi due fatti la contraddizione è manifesta; dunque è forza ammettere, che in uno dei due abbia luogo una illusione. Ora la illusione e l'errore è più facile nelle osservazioni microscopiche, dov'è maggiore lo spostamento delle parti, che sono oggetto di osservazione: quando le macchie si osservano di prospetto, tutti gli elementi sono al loro posto, quindi si possono più facilmente evitare le illusioni; quando, al contrario, si vuole osservar la macchia di profilo, bisogna far su di essa tali operazioni ed apparecchi, che riesce impossibile di evitare lo spostamento delle parti, e pertanto le illusioni riescono facilissime. Se dunque in una delle due osservazioni è forza che si trovi l'errore, è molto più ragionevole che si supponga nella osservazione di profilo che in quella di prospetto.

Se la osservazione di prospetto non iscopre alcun velo nella macchia, bisogna dire che la macchia si trovi veramente a nudo, ovvero che sia coperta da un velo tanto trasparente, che non si scorga neppure al microscopio. Ora si conosce bene che gl'integumenti del baco non sono molto trasparenti, e che di tutti gli strati, onde si compongono, il meno trasparente e il più spesso è il derma; come si può dunque pretendere, che il derma copra le macchie, e al microscopio non si scorga il derma che le copre?

E il microscopio ci può rendere un servigio ancora più segnalato. Si sa che i contorni degli oggetti si veggono limpidi e netti, quando si trovano nel centro focale della lente; e che, in ragione che se ne discostano, quei contorni diventano sempre più adombrati e offuscati, sino a che spariscano compiutamente: se dunque si ha ad osservare un oggetto di una certa spessezza, si può misurare il diverso livello dei suoi strati, allontanando ed accostando grado a grado la lente all'oggetto, e notando i punti che si chiariscano o si annebbiano. Di questo mezzo io mi son valuto per determinare la sede delle macchie: e ho osservato che quando il centro focale della lente corrispondeva al livello della faccia interna degli integumenti, io scorgeva chiari e precisi i contorni degli oggetti che erano sul piano degl'integumenti, e quei punti delle grandi macchie che non se ne discostavano; quando al contrario, facendo mon-

tare il cannone del microscopio, discostava la lente dalla macchia, i contorni di quei punti a livello degl'integumenti si annebbiavano, e altri si chiarivano meglio, ed erano quelli che corrispondevano alla parte più elevata del mucchio. Quando poi abbassava il cannone dell'istrumento ed accostava di troppo la lente alla macchia, tutti i contorni si annebbiavano, e nulla si vedeva più di chiaro e distinto. È questa una prova fisica, che non è permesso di rigettar troppo facilmente.

Ma v' ha un'altra prova non meno concludente, ed è che con un certo artifizio si può staccare la macchia dagl' integumenti, senza che questi ne rimangano offesi. Il sig. de Quatrefages non sa comprendere, come « siasi potuto dire, che la macchia era superficiale, e che si poteva staccare colla punta di un ago e scoprire gl' integumenti sottoposti, che pareano perfettamente sani ». Io confesso, che a me non è mai riuscito di ottener questo distacco colla punta di un gammautte, senza che si lacerassero gl' integumenti: onde ho cercato di giungervi prima colla macerazione nell' acqua semplice, poscia colla macerazione in una soluzione allungata di potassa. L' acqua pura non bastò, malgrado gl' integumenti macchiati fossero rimasti in molle per 24 ore; ma 10 ore di macerazione nella soluzione di potassa bastarono a rallentare la connessione tra gl' integumenti e la macchia, e mi riuscì di staccare la macchia, senza che gl' integumenti ne rimanessero offesi. Ma per riuscire con sicurezza, è mestieri scegliere una macchia abbastanza grande e rilevata, e ben circoscritta nei suoi contorni.

E se queste prove non si credono sufficienti, io ne addurrò un' altra, tratta dal modo di comportarsi delle macchie nel cornetto. Si sa che questo prolungamento del corpo del baco è molto soggetto alle macchie; e ora si trova macchiato soltanto in punta, ora in varii punti della sua estensione, ora tutto macchiato e avvizzito. Io ne ho esaminato centinaia al microscopio, e ne ho scelto di tutte le varietà nella forma delle macchie: tra le altre me n'è capitata una, di cui ho conservato il disegno, perchè dimostra colla maggiore evidenza, che il tessuto degl' integumenti è straniero alla formazione delle macchie. In questa figura si vede un grosso grumo, in alcuni punti aderente agl' integumenti, in altri e per una grande estensione per-

fettamente libero, e gli integumenti non mostrano la più lieve alterazione: e son tali le relazioni tra gl'integumenti e la macchia, che sarebbe impossibile il concepire, come questa potesse derivare da una degenerazione di quelli. E gli stessi cornetti quasi per intiero anneriti e avvizziti provano, che il processo delle macchie è fuori degl'integumenti, perchè non è presumibile che una massa proporzionatamente così enorme di materia sia prodotta dalla degenerazione di così sottili membrane.

Il Quatrefages crede di avere facilmente sciolta la difficoltà. « Il Ciccone, dice egli, parla di uno di questi organi nell'interno del quale è *sospeso un grumo di materia colorante*. Io ammetto pienamente l'esistenza di un grumo; ma sono convinto egualmente, che il Ciccone avea sotto gli occhi un esempio di alterazione analogo a quelli, che sono così frequenti, massime nelle farfalle. Lì pure si trovano spesso di grumi a migliaja; ma guardati al microscopio, si riconosce che consistono di cellette adipose, di cui tutto il contenuto sembra talvolta affatto carbonizzato ». Dunque, secondo il Quatrefages, i grumi, che riempiono il cornetto, sono il mal delle macchie determinato nel corpo grasso. Ma ha cercato e trovato il Quatrefages in quei grumi i resti del corpo grasso, le cellette adipose? Certo dirà che sono state distrutte dalla degenerazione morbosa, e non sono più riconoscibili; e sia pure. Ma non potrà disconvenire che il punto degl'integumenti, più povero di corpo grasso, è precisamente il cornetto, e quindi quel grumo proporzionatamente enorme, non può essere degenerazione del corpo grasso proprio del cornetto. Non rimarrebbe altra ipotesi a proporre che questa: che sia una parte del corpo grasso portata accidentalmente dalla corrente del sangue nella cavità del cornetto; ma questa non è meno gratuita e insussistente, perchè il corpo grasso non va nuotando nel sangue, ma sta fermamente legato al suo posto. Se dunque il Quatrefages ammette il grumo, nella sua teorica gli rimane ancora a trovarne la spiegazione.

5.

Della natura delle macchie.

La macchia è un fenomeno vitale: « giammai nè sul baco, nè sulla crisalide, nè sulla farfalla, s'è visto la macchia far progressi dopo la morte.

« Finora tutto fa credere che l'alterazione, onde risulta la macchia, si mostra dapprima nei liquidi interstiziali .... Il liquido interstiziale, primo ad esserne attaccato, muta di colore e diventa giallo, bruno .... Gli elementi istologici (*granulazioni indeterminate, globetti-grassi, cellette*), rimasi dapprima intatti, risaltano meglio. Ma tosto sono anch'essi attaccati. Quando i tessuti sono capaci di una certa resistenza e l'azione del male si arresta in poco tempo, si trovano o interi o più o meno deformati, e soltanto presentano in diverso grado la tinta qualificante: il che si osserva principalmente nelle squame e nelle ale della farfalla. Quando al contrario la loro sostanza è delicata, o la malattia ha tempo abbastanza per ispiegare la sua azione, essi restano compiutamente disorganizzati, siccome accade a tutti gli organi interni, agli integumenti ed agli stessi peli.

« In generale, la disorganizzazione prodotta dalla macchia va congiunta con un accrescimento di volume. Talvolta si potrebbe credere il contrario: ma in tal caso l'effetto reale viene in certa guisa mascherato, ora dal disseccamento e dalla contrazione delle parti, ora dalla loro disparizione: così un cornetto mediocremente macchiato pare spesso appassito; più fortemente attaccato, può sparire, come se fosse stato carbonizzato. Ma quando la malattia è molto inoltrata e le parti macchiate son rimaste in sito, l'ipertrofia è evidente.

« La macchia *saccata* esercita un'azione corrosiva, in certi casi evidente: a lei almeno io credo doversi imputare i disordini gravissimi che ne han mostrato certe farfalle, come la disparizione parziale e totale delle zampe, delle ale, delle antenne .

E considerando, come questo fenomeno si mostri così frequentemente, senza una cagione manifesta, ora a un tratto, ora

successivamente, in molti organi e apparecchi, volentieri ammetterebbe il Quatrefages, che le macchie siano l'effetto di una *diatesi*. Le disorganizzazioni, che ne sono così spesso la conseguenza, vi farebbero forse scorgere una *specie di cancrena secca*: e i vizj di conformazione, che si mostrano così comuni nella farfalla, accennerebbero a una specie di *rachitide*.

« Queste macchie debbono attribuirsi alla deposizione di una sostanza qualunque, che accumulandosi in certi punti produce le diverse colorazioni che abbiamo descritte, e involge i tessuti prima di distruggerli? Ovvero è il risultamento di un'alterazione che degenera in quel punto e mena alla disorganizzazione delle parti? Quest'ultimo è il solo avviso che si può mantenere. E la maniera, come si mostra questa malattia nei peli, n'è per sè sola una pruova convincente. Se le macchie fossero una deposizione di materia, ci sarebbe molto difficile a comprendere, com'esse potessero mostrarsi e crescere in diversi punti di quei canali rimanendo separate da intervalli affatto sani. E ancor più difficile sarebbe lo immaginare, come le macchie poste all'estremità del pelo potessero acquistare uno sviluppamento nel tempo stesso che quelle, che ne occupano la base, vi formano una specie di tappo ».

Nelle macchie de' peli avrebbe dovuto riconoscere il Quatrefages una pruova convincente, che in esse non può essere un processo di organica degenerazione, ma una semplice deposizione di materia colorante. Imperocchè la prima e indispensabile condizione di ogni processo organico e vitale è la organizzazione e la vita della parte, dove quel processo si ordisce e si svolge; ora il pelo non è altro che il prodotto di una secrezione soda, o almeno capace di prontamente assodarsi, e non ha nulla nè di organico nè di vivo: come dunque si potrebbe in quelle parti inorganiche e morte immaginare un processo organico e vitale? In qual patologia si è mai parlato di malattia dei peli, delle unghie, delle corna? Convengo che nelle corna, nelle unghie e nei peli si possono verificare alterazioni; ma sono alterazioni e non malattie di quelle parti; il processo morboso è nelle parti organizzate e vive, nei bulbi de' peli e nelle matrici delle unghie e delle corna, che ne sono gli organi escretori; ma in essi non è altro che il risultamento

della viziata secrezione. Qual patologo oserebbe mai dire che nell'albuminuria bisogna ammettere un processo di degenerazione organica e vitale nelle orine! Eppure i peli sono, come le orine, un prodotto di secrezione, nè hanno di organizzato e di vivo più che non ne abbia la orina. Dunque *la pruova più convincente* in favore della teorica del Quatrefages è incompatibile colla teorica stessa.

Nè parmi difficile il concepire, come il sangue penetrato nel pelo, ne macchi soltanto una parte: è quel che succede per tutte le soluzioni che fanno deposito. E se talvolta la macchia si trova in un pelo, il cui canale par chiuso da un tappo alla base, il sangue vi può penetrare per la più piccola apertura rimasta.

Secondo il Quatrefages, la prima apparizione delle macchie ha luogo ne' liquidi interstiziali; e probabilmente, almeno nel maggior numero dei casi, nasce nel reticolo malpighiano, e sviluppandosi tra l'epidermide e il derma separa queste due membrane. Ma qual è questo liquido interstiziale che si troverebbe tra l'epidermide e il derma? Il Quatrefages sa bene, quanto sia malagevole staccare quelle membrane fra loro: come potrebbe ciò avvenire, se fra quelle membrane si trovasse un liquido? Ma la presenza di un liquido gli era necessaria per ispiegare le forme di prima apparizione delle macchie sugl' integumenti, e ha supposto la presenza di un liquido che non ha visto, perchè non c'è. E se v' ha un liquido interstiziale, non può essere altro che il sangue, perchè il sangue penetra per imbizione tutti gli organi del baco.

Cercando il Quatrefages un ravvicinamento tra le macchie e qualcuna delle forme morbose nella patologia umana, egli trova una certa analogia colla *rachitide* per le deformità che produce nella farfalla, e colla *cangrena secca* per la mortificazione delle parti che produce nel baco. Fra poco vedremo come si debbano intendere queste pretese mortificazioni e come si spieghino le deformità; ora vogliamo presentare qualche osservazione che non ci permette di accettare l'idea di una cangrena. Infatti la cangrena secca non si manifesta che in certi tessuti e in certi punti speciali: il che fa supporre, che per la sua produzione si dimandano certe condizioni, che non s' incontrano dappertutto: questo non ha luogo per le macchie, e niuno può

meglio del Quatrefages, il quale le ha osservate in tutti i tessuti e con maravigliosa lucidezza le ha descritte: V'ha di più: la stessa cangrena comune, quando s'apprende sopra diversi tessuti, si presenta sotto forme diverse, che corrispondono alla diversa organizzazione di que' tessuti: lo stesso dovrebbe aver luogo per le macchie, quando fossero dovute a un processo morboso simile a quello della cangrena: e questo non accade, perchè dalle stesse osservazioni del Quatrefages risulta evidentemente, che la differenza di tessuto non induce alcuna modificazione nella forma e nella natura delle macchie.

Dunque bisogna cercare un'altra via per intendere la natura delle macchie: ed io fo le più grandi meraviglie, che il signor di Quatrefages si pigli una certa pena per combattere la mia teorica, quando nel suo pregevole lavoro io trovo nuovi e più forti argomenti per rifermarla. A mio avviso, quelle macchie non sono altro che depositi della materia colorante del sangue. Abbiam visto, come il vero colore delle macchie, anche delle più fosche, non è il bruno o nero, ma il giallo: ora è uopo ricercare, se realmente il sangue possa fornire questa natura di deposito; e in queste ricerche ci lasceremo guidare dalle osservazioni e dalle esperienze del Quatrefages.

« E' m'era occorso due o tre volte, egli dice, di vedere bachi, che in conseguenza di qualche ferita accidentale presentavano sul punto offeso una crosta nera, la quale, osservata ad occhio nudo, colla lente, e anche col microscopio, rassomiglia alle macchie giunte al massimo grado di loro sviluppamento. Io ho riprodotto le medesime apparenze, tagliando una zampa spuria a un baco lievissimamente macchiato. Dopo una copiosa emorragia, ripiegandosi e contraendosi i tessuti, si chiuse la ferita, e il moncherino si coprì di una crosta nera simile ad una macchia. Quattro punture, fatte sopra un bel baco sano, presentavano la dimane una piccola crosta, che guardata colla lente rassomigliava al sangue dei mammiferi disseccato.

« Volendo ripetere queste sperienze e porre tutti nel caso di valutarne il risultamento, punsi un certo numero di bachi e di crisalidi, in guisa da raccogliere il sangue dal vaso dorsale. Posi le prime gocciole sul compressore. Allontanati i vetri dall'istrumento in guisa da avere uno strato di un millimetro di

spessezza, disegnai colla esattezza che seppi maggiore la tinta che avea sotto gli occhi: poscia sulla stessa carta, ove aveva fatto il disegno, feci cadere alcune gocciole di sangue, che distesi più o meno per avere strati di liquido di diversa spessezza. Procurai, che non vi mancasse mai una gocciola che avesse un millimetro di spessezza, affinchè potessi confrontare la tinta acquistata per la esposizione all'aria con quella del sangue fresco.

« Al primo sguardo gettato su queste figure si riconosce, che non v'ha nessuna relazione tra il colore primitivo del sangue e il colore acquistato per la evaporazione. Talvolta questo liquido, di un giallo abbastanza fosco all'uscire del corpo del baco, quasi non muta affatto di tinta; altra volta, uscito quasi scolorato, piglia col disseccarsi una tinta quasi nera.

« Egli era ben naturale il pensare, che vi fosse una certa relazione tra l'attitudine del sangue a pigliare una tinta scura sempre più fosca e una malattia qualificata principalmente da macchie, la cui tinta si avvicina a questo colore ».

Ma qual conseguenza trae il Quatrefages da queste osservazioni? Forse che non sarebbe molto improbabile, che le macchie dipendano da una deposizione della materia colorante del sangue? Ognuno se l'aspetterebbe; ma il Quatrefages soggiunge: « in generale ei m'è paruto, che il sangue dei bachi e delle crisalidi più macchiate diventava più fosco, e soprattutto che passava più rapidamente dal color giallo più o men carico al bruno più o meno fosco: ma ho incontrato molte eccezioni a questa regola, e talvolta ho osservato il contrario. Talvolta ancora due bachi o crisalidi, che pareano egualmente malati, m'han dato risultamenti diversi. Per allontanare tutte le incertezze, sarebbe stato uopo di poter fare le sperienze sovra bachi perfettamente immuni da ogni malattia, e questo termine di paragone tanto desiderabile m'è mancato ». Dunque le eccezioni gli bastano per chiudere gli occhi alla regola generale? E qual bisogno di sperimento sopra bachi perfettamente sani? Non bastava che il sangue dei bachi, sani o malati, pigli spesso lo aspetto delle macchie, per ammettere, non già la certezza, ma la probabilità che le macchie vengano dal sangue? Era necessario interrogare il sig. Chevreul, per sapere se poteva verificarsi un fenomeno che ad ogni momento gli saltava agli occhi?

In quanto a me, io rigetto le misere considerazioni, e ritengo le preziose osservazioni del Quatrefages, e mi ristringo a cavarne questa certamente discreta conseguenza, che le macchie *probabilmente* sono prodotte dalla deposizione della materia colorante del sangue.

Vediamo ora come questa probabilità si va sempre più accostando alla certezza. E un nuovo argomento traggo dalle osservazioni del Quatrefages, il quale, costretto dalle apparenze della macchia nella sua prima manifestazione, quando non si vede altro che un semplice mutamento di colore, tien per fermo che primo ad esserne attaccato è il liquido interstiziale tra gli strati epidermici e il derma: ma poichè quelle membrane sono tenacemente fra loro aderenti ed escludono la presenza di ogni liquido, lasciando da parte la interpretazione, riteneghiamo il fatto, che si presta maravigliosamente ad essere inteso, secondo la teorica che fa venir le macchie dal sangue. Imperocchè i depositi di materia colorante si fanno a poco a poco, massime quando le macchie hanno una certa ampiezza; e pertanto, allorchè si osservano nei primi momenti di loro formazione, non si vede altro che una tinta gialla; crescendo il deposito, la tinta infosca; divenuto molto copioso; si vede anche l'accrescimento di volume, l'ipertrofia del Quatrefages. E a proposito della ipertrofia, io la nego come effetto di processo morboso, come vera ipertrofia; ma un accrescimento di volume è nella mia teorica una conseguenza necessaria del deposito.

Ma il più convincente argomento di questa teorica sta in questo fatto, così ben osservato e narrato dal Quatrefages. « Certe farfalle portano sulle ale delle sacche talvolta considerevoli, e son formate dall'allontanamento delle due loro membrane. In una di queste sacche, molto piccola, ho trovato un liquido giallo, leggiermente rossigno: le membrane erano rimaste flessibili e molli. Nell'interno della sacca si distingueano nettamente le cellette che sono nell'ala, prima che si dissecchi. Un'altra sacca più grande racchiudeva un liquido nero bruniccio: la quale essendosi rotta, il liquido si versò sulle parti vicine, e le tinse dello stesso colore. Questo liquido disseccato, la sacca ritirandosi sopra se stessa, pigliò l'aspetto di una macchia ordinaria dell'ala, ma più fosca.

« Ei mi pare evidente, che quelle due sacche in realtà non erano altro che macchie, le quali occupavano esclusivamente un liquido: la prima corrispondeva a una macchia incipiente, la seconda ad una macchia più inoltrata. Alterazioni della stessa natura si possono verificare altrove, soprattutto alle zampe e alla testa.

La osservazione del Quatrefages è esatta, quanto è inesatta la interpretazione. Che cosa è infatti quella vescica o sacca tra le due membrane dell'ala di una farfalla? È un semplice arresto di formazione organica: non sono membrane che si scollano, ma bensì membrane che non sono giunte a incollarsi perfettamente. In un periodo della metamorfosi della crisalide in farfalla, l'ala è costituita da due membrane sottilissime, che formano una cavità a guisa di borsa, comunicante colla cavità del corpo e ripiena di sangue. In ragione che la metamorfosi avanza, le membrane si avvicinano, la borsa si appiana, il sangue è ricacciato tutto nel corpo, e le membrane s'incollano e si disseccano. È come la spina bifida nei neonati: non sono le apofisi spinose che per un processo morboso si disgiungono; ma sono ossa, che per difetto di forza plastica non si sono congiunte, come avrebbero dovuto; è un arresto di formazione organica. Rimanendo adunque il fatto e rettificando la interpretazione, quel liquido non è altro che il sangue; e però, secondo il Quatrefages, in quelle due sacche le macchie occupavano esclusivamente il sangue, nella prima in istato incipiente, nella seconda in grado avanzato.

In una delle precedenti questioni ho notato, come la macchia mediante la macerazione di 10 ore in una soluzione di potassa si possa staccare dagl' integumenti, senza che questi ne rimangano offesi: il quale fatto prova due cose, che la macchia giace sulla faccia interna degl' integumenti, e che è molto aderente, ma non incorporata col derma; insomma è una materia sovrapposta. E quando in questa materia sovrapposta non si scopre nulla d'organico al microscopio, e col sangue si possono produrre analoghe macchie, io non so quali difficoltà si possano incontrare ad ammettere, che quelle macchie sieno una deposizione della materia colorante del sangue.

Le due maggiori difficoltà che rimuovono l' animo del Qua-

trefages dall'accettazione di questa teorica, sono queste; la distruzione del cornetto e delle zampe profondamente macchiate, ed i vizi di conformazione della farfalla: a queste si aggiunge il fatto delle macchie, che il baco nella muta lascia sulla vecchia pelle. Ora queste tre difficoltà si sciolgono con un sol principio, che è quello che regola le trasformazioni del baco: questo principio è, che gl' integumenti del baco e della crisalide si debbono considerare come le forme degli artisti, dove si versano sostanze liquide, che poi col rassodarsi riproducono il cavo in rilievo. Applichiamo questo principio ai tre casi.

Quando v' ha sotto gl' integumenti una macchia, il lavoro plastico dei nuovi integumenti si esegue al di sotto della macchia, e compiuto il lavoro, la macchia rimane sulla vecchia spoglia. Questo fatto conferma la opinione, che ammette il rinnovamento di tutta la spessezza degl' integumenti nella muta dei bachi.

Si è parlato della distruzione di tessuti, cagionata dalle macchie; ed il Quatrefages parla di un' azione corrosiva nelle macchie che appella saccate. Questa è una pura illusione: tutti han visto bachi senza cornetto e senza qualche zampa, nessuno ha visto mai zampe o cornetti cadere mortificati. Ora io ho osservato il resto di cornetti caduti, e non ho potuto mai riconoscervi traccia di cicatrice: e intanto, se il cornetto o la zampa fossero caduti per mortificazione, era indispensabile un processo di cicatrizzazione per la riparazione delle parti rimase scoperte. Dunque bisogua interpretare altrimenti la mancanza di cornetto o di zampa, ed io la spiego col principio enunciato di sopra. Imperocchè, quando il cornetto o la zampa sono riempiuti di materia deposta, si muta la forma del cavo, onde ne risulta un mutamento nella forma del rilievo: e siccome il processo plastico delle mute riproduce a nuovo gl' integumenti, si avrà un cornetto o una zampa troncata senza vestigio di cicatrice. Io non posso dire di aver verificato il fatto; mi propongo di farlo, e prego il Quatrefages di rivolgervi anch' esso la sua attenzione.

Lo stesso va detto dei vizj di conformazione, se non di tutti, almeno della maggior parte. Si supponga nel fondo di quei canali, dove si modellano le antenne o le zampe, un deposito

di materia, vario di volume e di forma; ecco alterata la forma del cavo; ecco di necessità alterata la forma del rilievo, e quindi gli svariati vizj di conformazione.

6.

Qual sia il valor patologico del mal delle macchie.

Penetrato dall'idea che la distruzione e la deformazione di certi organi si dovesse imputare all'azione propria delle macchie, che in alcuni casi ei credea capaci di acquistare una virtù corrosiva, era ben naturale che il Quatrefages vi supponesse un processo morboso nell'intimo dei tessuti, che ne alterasse profondamente la organizzazione, e talvolta terminasse nella mortificazione. Intanto, io ho dimostrato poco innanzi, che le mutilazioni e le deformità si fanno a causa delle macchie, non per opera delle macchie, le quali ne sono la occasione e non la cagione immediata, e vi concorrono soltanto per le modificazioni che inducono nella forma del cavo, ove dev'essere plasmato il baco e la farfalla. Così non possono più avere le macchie quella importanza patologica, che avrebbero nel sistema del Quatrefages: e affinchè si possano ridurre al loro giusto valore, giova rivolgere uno sguardo alle condizioni patologiche del male.

Nelle sue ricerche anatomico-patologiche, il Quatrefages esamina prima le condizioni proprie delle macchie, e le descrive nei varj apparecchi, organi e tessuti; ne considera la sede, la forma, l'ampiezza, il numero; ne nota le diverse gradazioni di tinta e le diverse apparenze nei varj periodi di loro formazione. Questa è la parte più interessante e più compiuta del suo lavoro.

Poscia si fa a indagare le alterazioni del sangue e le lesioni dei varj organi nel baco, nella crisalide e nella farfalla. « Nei bachi lievemente attaccati, i tessuti dello stomaco non presentano nulla d'irregolare.... Ma quando la malattia è molto avanzata, ed a maggior ragione quando il baco è morto di quel male, le pareti dello stomaco perdono in parte la loro trasparenza... La foglia si trova inviluppata da uno strato di muco, ora filante, ora abbastanza consistente, poltiglioso, di una spes-

gezza variabile, ma talvolta eguale al quarto del diametro dello stomaco. Questo muco, esaminato ad un ingrandimento sufficiente, apparisce composto di una materia trasparente, in mezzo alla quale si trovano le cellette dell' epitelio più o meno alterate, dei granelli isolati, e particolarmente le grandi cellette nucleate, che il Cornalia considera come destinate alla secrezione del succo gastrico... Gli organi secretorj della seta ed i canali epatici mi hanno mostrato quasi costantemente le macchie bianche descritte dal Lebert... Il sangue è leggiermente alcalino... Nei bachi molto gravemente malati ho trovato i corpuscoli ovoidi in tutti gli organi che ho esaminati: ne ho visto miriadi nella più piccola gocciola di liquido nutritivo: e il numero dei globetti proprj del sangue mi è paruto notevolmente diminuito... Ho trovato molte volte il sangue torbido e di un bruno più o meno fosco nelle crisalidi, che il solo esame della pelle faceva giudicare gravemente inferme: e sotto il microscopio si mostrava sopraccaricato di globetti ovoidi... Nelle farfalle il tessuto adiposo m' è sembrato più copioso del giusto; e noi abbiam visto nel baco la malattia si distingue per la sua diminuzione, per una vera emaciazione. Esso è per lo più molle, facile a disgregarsi e a disfarsi, mentre nella larva si trova fermo e resistente, e da ultimo, quando si comprime, pare che si risolva in globetti ovoidi, com' è stato notato dal Lebert ».

Ma tutte queste lesioni sono proprie del mal delle *macchie*, e debbono essere riferite alle malattie che vi si trovano complicate? Il Quatrefages non dichiara il suo avviso. « Molte di queste alterazioni, dic' egli, mi sembrano veramente doversi manifestare in conseguenza di affezioni molto diverse: ma qui lo studio patologico del baco da seta è ancor troppo poco avanzato, perchè si possano stabilire distinzioni abbastanza precise ». e conchiude: « Nuove ricerche e speciali osservazioni sono necessarie, per poter abbracciare su questo punto un' opinione definitiva ». Or questo è stato precisamente l' indirizzo, che io ho dato alle mie ricerche sulle varie malattie del baco nella presente epidemia: imperocchè, convinto che la moria fosse cagionata da più malattie diverse di forma e di natura, ho cercato di stabilire la forma nosografica di ciascuna, e in ciascuna mi sono ingegnato di determinare la forma anatomico-patologica.

Da queste ricerche risulta per me ad evidenza, che la forma nosografica della macchia è solo nella macchia, e la forma anatomico-patologica propria sta nel deposito della materia colorante del sangue. Le lesioni del canal digerente, notate dal Quatrefages, vogliono essere riferite alle chiarelle e alle gattine: le alterazioni del sangue e del corpo grasso sono da attribuire al giallume, all' infratimento e all' idropisia della farfalla.

Le macchie costituiscono un male molto più leggiero, che non ci viene rappresentato dal Quatrefages. Io ho osservato bachi con grosse, ma isolate macchie, nei fianchi e nel cornetto, e non mi parea che soffrissero sensibilmente: gli ho messi da parte, e ho potuto assicurarmi, che la maggior parte continuavano a mangiare, maturavano, facevano il bozzolo, e si trasformavano in farfalla: in un caso soprattutto, da un baco fortemente macchiato in un sol punto del fianco ho avuto un bozzolo di prima qualità, onde sbucò un farfallino vivacissimo. Tutti i bacaj inoltre convengono, che le farfalle macchiate di bigio più o meno scuro si mostrano spesso più sane e vivaci delle altre; e le macchie bige della farfalla rappresentano le brune della crisalide. Quando però le macchie sono confluenti, comunque piccole, il baco infratisce, e se non muore, fa un bozzolo mencio e meschino, e la crisalide o muore, o si muta in pessima farfalla. Questa differente gravezza della malattia, nelle macchie grandi e isolate e nelle piccole e confluenti, mi spinse a cercarne la ragione, e la trovai costantemente nelle alterazioni del sangue, il quale presentava tutti i caratteri dell' infratimento, che ha molta analogia coll' incipiente giallume. Queste alterazioni del sangue meritano di essere studiate, perchè io le ho trovate come fondamento principale di varie forme morbose, le quali, se non son gradi differenti o varietà della stessa malattia, sono senza dubbio specie varie racchiuse sotto il medesimo genere. In tutte le crisalidi malate e morte quelle alterazioni non mancavano, e formavano nelle farfalle il carattere fondamentale di quella che si è detta idropisia: e quelle farfalle, che presentano le apparenze della miglior conformazione e sono non pertanto torpide e pigre, soffrono di questa malattia del sangue; la quale consiste principalmente nella straordinaria quantità di globetti ovoidi nuotanti nel sangue. Che sieno nella loro natura

questi globetti, psorospermi, alghe unicellulari, ovvero elementi organici del baco, non voglio ora qui esaminare, sì perchè è una questione che mi trarrebbe troppo lungi, e sì perchè il Quatrefages inclina ad abbracciare la mia opinione, che cioè non sieno altro che elementi organici del baco. Adunque ciò che risulta dalle mie osservazioni rispetto al valore patologico delle macchie, è questo, che per sè medesime le macchie non uccidono mai nè il baco, nè la crisalide, nè la farfalla; e che quando essi sono macchiati e muojono, la morte è cagionata da altra malattia, che precede o sopraggiunge.

Se questo concetto delle macchie è vero, ne seguita che il vizio capitale del libro del Quatrefages consiste in una perenne inversione di ufficj, per cui a un fenomeno accessorio si attribuisce una funzione principale, e funzioni accessorie a fenomeni principali. E poichè cogli esempj più volgari e meglio conosciuti si rendono più chiare e comprensibili le idee, io ne trarrò uno dalla patologia umana, quello delle petecchie; le quali isolatamente considerate, non sono altro che macchie ecchimotiche; costituiscono tutto il fondo del male nella porpora emorragica, e non v' ha uomo che nella pienezza della salute non ne presenti, soprattutto in tempo di state: ma esse s' incontrano come sintomo in due gravissime malattie, lo scorbuto e il tifo: chi oserebbe dire, che i malati di scorbuto e di tifo muojono per le petecchie? Che le lesioni del sangue, del canal digerente, del sistema nervoso costituiscono la forma anatomico-patologica delle petecchie? Ei pare adunque che il Quatrefages abbia fatto pel baco, quel che niun medico ha osato fare per l' uomo.

E quest' analogia tra le macchie del baco e le petecchie dell' uomo, quando si ponga mente al processo patologico delle due malattie nelle due specie animali, che pure sono separate da tanta distanza anatomica e fisiologica, sotto molti aspetti è grandissima: onde io stimo che, se fra i nomi imposti alle macchie, se ne voglia scegliere uno, che con un concetto conosciuto meglio rappresenti quello della nuova malattia, a tutti vuol' essere anteposto quello di *petecchie*.

Nelle mie note sulla importanza patologica delle varie malattie che compongono la presente epidemia io trovo, che tutte le malattie del baco hanno un diverso grado di gravezza; la

quale vuol' essere considerata sotto due aspetti, l' uno della malattia individua, l' altro della malattia epidemica.

Le chiarelle e le vacche, una volta che la malattia è pervenuta a tal grado da poter essere riconosciuta dal bacajo, si possono tenere per morte: e per leggiera che sia l' affezione, non fanno mai bozzolo, anche quando i serbatoj sieno pieni di sostanza serica.

Le macchie non guariscono mai: d' ordinario fanno infratire, ma non sempre vietano ai bachi di fare il bozzolo, e talvolta anche buono: ma dal bozzolo, salvo poche eccezioni, o non esce farfalla, o è cattiva. La stessa cosa va detta dell' infratimento.

La macilenza è forse capace di guarigione nel suo cominciamento; ma dappoi che raggiunse un certo grado, soprattutto quando i bachi cominciarono a chiarire, non è più luogo a speranze. E se non giungono a riacquistare la salute, qualunque sia il grado della malattia e la vicinanza al tempo della maturità, i bachi non fanno mai bozzolo.

Le macchie piombine, isolatamente considerate, non vietano alle farfalle di accoppiarsi e far semente: ma è cattiva, o almeno sospetta, non per le macchie, ma sì per un certo grado d' idropisia che vi si trova molto spesso congiunta.

La idropisia grave, raramente permette alle farfalle di scaricarsi delle uova: per lo più se ne hanno poche e pessime. La idropisia leggiera non toglie, che qualche volta ne depongano molte e mediocri: e questo è il danno maggiore, perchè sono cagione che il male si propaghi e si continui indefinitamente.

Considerate sotto l' aspetto epidemico, le chiarelle e le vacche non sono un grande ostacolo ad un ragionevole ricolto di bozzoli: le macchie e l' infratimento arrecano danni più gravi, soprattutto perchè sorprendono quando si è in fine delle fatiche e delle spese: ma il vero flagello delle bacherie è la macilenza, che distrugge i bachi a stuoje, e riduce spesso a un quarto ed anche ad un quinto tutto il ricolto di un paese. Sopra tutte poi le malattie è perniciosa la idropisia, perchè, facendo che la semente sia poca e cattiva, è cagione che si paghi più cara, e si mettano a schiudere uova che daranno bachi, i quali portano in sè i germi di quasi tutte le malattie.

7.

Dell' indole e del carattere dell' epidemia.

« Tutti i fatti che ho raccolti, dice il Quatrefages, concorrono a dimostrare, che la malattia in quistione è una *epidemia ereditaria, che può accidentalmente diventare contagiosa ed infettante* ».

Io non so, che alcuno finora abbia osato mettere in dubbio il carattere epidemico della presente malattia dei bachi: e sarei maravigliato, che il Quatrefages si dà molta pena per dimostrare un fatto attestato dalle grida di tutti i bacaj, se egli non si fosse fatta della epidemia in genere una idea diversa da quella generalmente ricevuta in patologia. Imperocchè una malattia si dice epidemica, quando attacca nel medesimo tempo molti individui, qualunque sia la causa di questa universalità di manifestazione: onde il fatto solo di una malattia, che invade e devasta le bacherie, basta, perchè senz'altro si consideri come epidemica. Tanto ciò è vero, che la stessa malattia può mostrarsi talvolta epidemica e talvolta sporadica; e senza uscire dalle bacherie, ne troviamo l'esempio nel calcino, il quale, malgrado fosse essenzialmente contagioso, non di rado si mostra per casi isolati, ed è sporadico, e più spesso, attaccando al tempo stesso moltissimi bachi nella stessa bacheria, riesce epidemico.

Il Quatrefages ha resa difficile una quistione facile, per una vana soprabbondanza di dimostrazione: ed ha voluto fondare la sua argomentazione sopra un confronto; nè mi sembra sia stato molto felice nella scelta dell'esempio. « Il colèra, ei dice essendo generalmente riguardato come una epidemia, se troviamo che la malattia de' bachi da seta si comporta come il colèra, potremo conchiudere che anch'essa è una epidemia . . . Così, origine in un punto determinato; tempo di fermata sul luogo; poi corso annualmente progressivo; estensione successiva in luoghi vicini; invasione subitanea e quasi sempre inaspettata; ecco nel corso del colèra e del male dei bachi notevoli punti di rassomiglianza . . . . . La malattia attuale è, come il colèra, indipendente dalle condizioni del suolo, dalla elevazione sul li-

vello del mare, dal modo di allevamento, ec. . . . . . I bachi provenienti da seme sanissimo di origine e di discendenza, allevati in una contrada ove regna la malattia attuale, ne sono quasi universalmente attaccati in grado diverso fin dal primo allevamento, qualunque cura si adoperi per evitare la malattia... Ei v' ha talvolta le più grandi differenze sotto ogni rispetto fra luoghi egualmente risparmiati dal male, che in questo si comporta come il colèra, come tutte le epidemie . . . Se il colèra è una epidemia, non si saprebbe ricusare questo nome alla malattia dei bachi ».

Seguendo questo metodo di argomentazione, si potrebbe arrivare ad una conclusione perfettamente opposta, perchè tra le due forme morbose v' ha differenze ancora più importanti, che non sono le simiglianze. Così il mal dei bachi è ereditario, e il colèra non è. Nelle epidemie di colèra è una sola malattia, che si può mostrare sotto forme diverse di grado e di aspetto, ma è sempre colèra: nella epidemia attuale dei bachi sono più malattie diverse di forma e di natura, di specie diversa. Nelle epidemie di colèra, le altre malattie, massime le epidemiche, sogliono sparire: nella presente epidemia dei bachi sono molte malattie che si mostrano tutte epidemiche, qual più, qual meno, o al tempo stesso, o nelle varie età del baco. Il colèra si mostra epidemico in un luogo, poi l' abbandona, e non vi ritorna se non dopo un certo numero d'anni: la epidemia dei bachi da seta è continua ed incessante. Altre differenze si potrebbero ancora rilevare fra le due epidemie dell'uomo e del baco: queste mi bastano, non certamente per dedurne la conseguenza che, se il colèra è epidemico, il mal dei bachi non è: ma dirò, che il mal dei bachi è epidemico, non perchè è epidemico il colèra, ma perchè nel medesimo tempo attacca un gran numero di bachi, e nessuno oserà contrastarmelo.

L'altra quistione, toccata dal Quatrefages, è quella del carattere contagioso della epidemia: ei distingue le malattie contagiose dalle infettanti, in quanto che le prime si comunicano per contatto immediato, come la sifilide, e le altre possono ancora comunicarsi per contatto mediato, ossia a distanza, come la peste. E secondo le sue osservazioni l'attual malattia dei bachi non è quasi mai nè contagiosa, nè infettante, ma può riu-

scire accidentalmente infettante o contagiosa, quando si trovi complicata con alcune malattie che posseggano l'una o l'altra di queste due qualità. Questa mi pare una teorica viziosissima, perchè tende a sovvertire le nozioni fondamentali generalmente ricevute intorno alle malattie contagiose: imperocchè le malattie contagiose hanno un carattere specifico, siccome specifica è la causa che le produce; e questo carattere non si può in niun modo comunicare da una malattia ad un'altra, per quanto si voglia grande l'analogia e frequente la complicazione. Onde dalla teorica del Quatrefages discenderebbero le più assurde conseguenze, quando si volesse applicare alle complicazioni delle malattie contagiose della specie umana: così nel tifo gastro-enterico o dotinenterite, che si ritiene da molti per contagioso, s'incontra molto frequentemente in complicazione la polmonite: diventerà per questo la polmonite accidentalmente contagiosa? E si badi, che è talmente rigoroso il principio del carattere specifico delle malattie contagiose, che neppure le malattie consecutive ad una malattia essenzialmente contagiosa conservano il carattere contagioso della malattia primitiva ; il che si vede manifestamente nella sifilide costituzionale. Onde, se il mal delle macchie non è per sè medesimo nè contagioso, nè infettante, non potrà mai acquistar questi caratteri accidentalmente, qualunque sia la natura delle malattie, colle quali può trovarsi complicato.

Intanto, prima di venire alla sua conclusione, avrebbe dovuto il Quatrefages dimostrarci la natura contagiosa ed infettante delle malattie che si veggono in complicazione colle macchie: era questo un termine della questione, che faceva mestieri assicurare, prima di trarne una conseguenza; perchè, se alcuni scrittori stimano contagioso il giallume, molti altri non vi riconoscono questo carattere; e il giallume è tra le malattie del baco quella che si trova più raramente in complicazione colle macchie; e se si toglie il calcino, io non credo che nella patologia del baco si trovi una sola malattia, di cui si possa dimostrare il carattere contagioso. E per tornare al contagio della dominante epidemia, dirò che fra tutte le malattie, che concorrono a costituirla, la sola, che potrebbe fornire soggetto di quistione, non è il male delle macchie, bensì la macilenza o eti-

sia: che, ben ponderati gli argomenti favorevoli e contrarj al contagio, io inclinerei ad escluderlo, ma conservo ancora un po' d'incertezza su questo punto; e che senza nuovi fatti assicurati e più concludenti non si potrebbe senza leggerezza abbracciare una opinione definitiva.

E veramente in niun caso è così facile cader nell'errore di giudicare contagiose le malattie semplicemente epidemiche, quanto nelle epidemie che devastano gli allevamenti di bachi. Imperocchè, chi voglia considerare le condizioni comuni della industria dei bachi, in esse troverà le cagioni più potenti, perchè le malattie d'indole comune piglino troppo frequentemente la forma epidemica: quando infatti, anco nelle più modeste bacherie, in un piccolo spazio si raccolgono molte migliaja di bachi che vivono sotto i medesimi influssi d'aria, di luce, di elettricità, di calorico, di umidità; che si alimentano della stessa foglia, distribuita in eguali quantità per un numero eguale di pasti; che son custoditi e serviti colle medesime cure e diligenze; basta per poco che le condizioni necessarie a conservare la salute dei bachi sieno alterate e turbate in guisa da produrre una malattia, perchè questa malattia assalga nello stesso tempo un gran numero di bachi e si mostri sotto forma epidemica: e la ragione n'è chiara, perchè la stessa causa morbosa opera nel medesimo tempo e colla stessa forza su tutti i bachi. Laonde non si dev'esser troppo facili e corrivi a dichiarare contagiose le malattie epidemiche, soprattutto nei bachi: tanto più, che, essendo il contagio una cagione di natura specifica, non si può ragionevolmente ammettere, se prima non sia evidentemente dimostrata o dal corso della malattia ne' suoi modi di trasmissione e di propagazione, o dalla osservazione diretta del principio contagioso, com'è del calcino. Ora, considerando quel poco che sappiamo intorno alla natura etiologica della presente epidemia dei bachi, parmi che le ragioni che negano il contagio sieno più numerose e più forti di quelle che lo difendono; ma non son tali queste ragioni, che valgano ad estinguere nell'animo ogni sospetto di carattere attaccaticcio. Io non discendo ai particolari di questa controversia, perchè mi troverei obbligato ad una troppo lunga discussione, dalla quale non potrebbe, mio avviso, risultare altro che un dubbio.

8.

Come si possa riparare ai danni dell'epidemia.

Avendo il signor di Quatrefages osservato, che i bachi mangiavano più volentieri la foglia inzuccherata che la nuda, e che dei bachi malati, quando erano in grado di mangiar la foglia inzuccherata, se ne salvava sempre qualcuno, tentò una sperienza comparativa. « I bachi, che avrebbero dovuto colmare 27 tavole, ne occupavano appena 4, più un terzo di tavola destinata a ricevere i bachi raccolti sui letti: nè stavano fitti, talchè dopo la quarta muta si potevano considerar perduti gli 86 per cento dei bachi schiusi ». Questi bachi, sui quali la epidemia non serpeggiava, ma dominava, furono il soggetto della sperienza, e furono divisi in quattro partite eguali; la prima fu trattata colla foglia bagnata; la seconda colla foglia inzuccherata dopo alcuni giorni di dieta; la terza colla foglia fresca; la quarta colla foglia inzuccherata: e ne risultò, che dalla prima partita non se ne salvò un solo, dalla seconda si ebbero grammi 152 di bozzoli, dalla terza 210, dalla quarta 392; e i bozzoli ottenuti colla foglia inzuccherata erano migliori degli altri.

Io non so, se sia lecito da una sola sperienza trarre tutte le conseguenze che ne ha tratte il Quatrefages: ma, quando pure si vogliano largamente concedere, non bisogna mai dimenticare che il bacajo cerca i rimedj alla epidemia, non per amor dei bachi, ma per amore di guadagno: onde sorge la quistione economica, e per tanto la necessità di esaminare, se il valore della differenza tra i bozzoli ottenuti colla foglia inzuccherata e quelli ottenuti colla foglia fresca, basti a pagar le spese dello zucchero impiegato. Qui manchiamo di qualche elemento di calcolo, perchè ci bisognerebbe sapere il numero dei bachi di ciascuna partita: sappiamo soltanto, che erano quattro *tavole* e un terzo di un allevamento, che avrebbe dovuto coprirne 27; probabilmente le *tavole* erano qualche cosa di più che le *stuoje* ordinarie, e limitandoci a calcolare per un' oncia di semente tutto l'allevamento, siamo certi che la supposizione rimarrà al di sotto del vero. Se adunque 86 per cento dell'allevamento erano perduti, ne restavano 14, vale a dire intorno a 6,000 bachi,

che furono sottoposti alla sperienza nelle quattro stuoje, ciascuna delle quali dovea portarne 1,500. La differenza tra i bozzoli forniti dalla stuoja alimentata di foglia fresca e quelli della stuoja governata colla foglia inzuccherata, è di 182 grammi: i bozzoli ottenuti colla foglia inzuccherata erano migliori degli altri, ma certamente molto mediocri; e ponendo a 8 lire il chilogrammo il loro prezzo, niuno lo troverà basso. Dunque coll'ajuto dello zucchero impiegato sopra una stuoja di 1500 bachi, l'entrata si trova accresciuta di 29 soldi; sarebbe necessario conoscere, se per la cura sono bastati 29 soldi di zucchero.

« La terapeutica dei bachi da seta non è ancor fondata », dice il Quatrefages: ed io aggiungo: nei mali del baco non deve il bacajo cercare il governo curativo, ma il preservativo; perchè non si tratta della salute e della vita del baco, ma della industria e degl'interessi del bacajo, ed in tutte le malattie del baco le spese della guarigione non sono compensate dal frutto dei bozzoli. Quindi bisogna mutare i termini della quistione: non è più da cercare il rimedio che guarisca le malattie o le epidemie, ma è necessario cercare i mezzi che ne impediscono lo svolgimento. Or non è possibile una speranza di riuscita in queste ricerche, se prima non si abbia un concetto chiaro della natura del male, di cui si vuole impedir lo svolgimento: onde nel caso nostro dobbiamo cominciare dal formarci un concetto intorno alla natura della dominante epidemia. Io me ne sono formato uno, che posso presentare, ma non dimostrare; non perchè me ne manchino le prove, ma perchè si richiederebbe una trattazione apposita; onde mi limiterò ad una semplice enunciazione.

Si è detto che il fondo dell'attuale epidemia consista in una degenerazione di razza, e questo è il concetto che domina nel rapporto del Dumas all'Accademia delle Scienze di Parigi. Io stimo vero il concetto, ma viziosa l'espressione: imperocchè una degenerazione di razza risguarda una modificazione nel volume, nella conformazione e nella proporzione di certi organi dell'animale, che ne fa scemare il pregio, ma non ne altera sensibilmente la salute; si riferisce anzi allo stato fisiologico che al patologico dell'animale. Così, per esempio, se una razza di cavalli inglesi del sangue più puro si lasciasse liberamente

vagare nei deserti campi dell'America o dell'Asia, essa andrebbe senza dubbio successivamente degenerando, ma non ne seguiterebbe per questo una epidemia cavallina. Lo stesso va inteso di tutte le razze degli altri animali. Ora, nel senso del rapporto del Dumas e di tutti quelli che hanno accettato lo stesso linguaggio, la degenerazione di razza ha un significato patologico e risguarda la epidemia: io quindi, per maggior chiarezza, alle parole, *degenerazione di razza*, sostituisco queste altre: *degenerazione organica nella razza.*

E poichè mi sono proposto, non di dimostrare, ma di enunciare, la chiarirò con un esempio. Poniamo, che tutti gli uomini di una contrada si trovassero sotto gli stessi influssi d'aria, di nutrimento, di lavoro, di uso e abuso di tutte le cose necessarie alla vita, e che per queste cagioni comuni in tutti si svolgesse un vizio radicale, come la scrofola: ne seguirebbe, che in molti neonati si osserverebbero molto più frequentemente i vizj di conformazione per arresto di formazione organica, come l'idrocefalo, la spinabifida, ec.; che nei bambini sarebbero frequentissime le gangole, le ottalmiti, la tabe addominale, la spinaventosa; nei giovani diventerebbe epidemica la tisi tubercolare, e così via discorrendo. Questa supposizione diventa un fatto in alcuni luoghi, dove regnano malattie endemiche ed epidemiche, come il gozzo in certe vallate delle Alpi. Ammettendo adunque una degenerazione organica nelle razze dei bachi, che, come la scrofola nell'uomo, fosse un vizio radicale, diatesico, ereditario, si potrebbero bene intendere le alterazioni della semente, le diverse malattie nelle diverse età e nei varj stati del baco, e le perdite inestimabili dei bacaj.

Quando si accetta questa maniera di concepire la regnante epidemia dei bachi, ne seguita che tutte le cure del bacajo vogliono essere dirette a correggere questo vizio radicale delle razze; e ciò si può conseguire unicamente col procacciarsi costantemente una sufficiente quantità di buona semente: e però: *trovare il modo di stornare dai bachi la dominante epidemia,* io traduco in quest'altra formola, *migliorare la razza dei bachi*, *sostituendo alla cattiva la buona semente*. E questo si può sperare, o introducendo una razza nuova da un paese sano nell'infetto, e nobilitando la razza degenere con opportuni incrociamenti, o migliorando la razza in sè stessa.

L'introduzione di nuove razze per mezzo di semente raccolta in contrade immuni dal male non può soddisfare allo scopo essendo che la nuova razza, oltre alle difficoltà che incontra per adattarsi alle novelle condizioni di clima, per la osservazione costante di tutti i bacaj fino dalla prima generazione comincia a pigliare il mal del paese. Onde si può aver per fermo, che la semente straniera, anche eccellente, riesce profittevole al bacajo, quando mira soltanto alla produzione dei bozzoli, ma che non vi si può fare sopra alcun fondamento allorchè si vuol produrre la semente per sostituire una nuova razza straniera all'antica indigena e degenerata.

Il principio degl'incrociamenti è fondato sul fatto costante, che la progenie ritrae sempre dai genitori, dal padre e dalla madre, e che talune conformazioni, disposizioni e qualità si pigliano a preferenza dall'uno o dall'altra: e però, quando si tratta d'incrociare una razza di cavalli, prima di scendere alla pratica esecuzione, si cerca di stabilire, quali sono i difetti che si vogliono correggere, le qualità che dee avere il padre per correggerli, e da ultimo in quale razza si trovano più spiccate queste qualità, per cercare in essa lo stallone. Le stesse cose dovrebbero essere fatte per le razze dei bachi, determinare i difetti, le qualità correttive di essi, e le razze che le offrono. Si è fatta mai questa determinazione? Si può fare? Io non credo che siasi fatta giammai, nè confido che si possa; o almeno la stimo opera difficilissima.

Non è già che io pretenda, che le varie razze di bachi non abbiano caratteri speciali e costanti: dico soltanto, che non son tali da potervi fondar sopra un sistema di incrociamenti pel miglioramento delle razze. Forse, dirò anche probabilmente, l'incrociamento potrà dare origine ad una specie di razza intermedia, che riesce migliore delle due concorse a generarla; ma sarà l'effetto fortuito di una pratica indovinata, non la quasi necessaria conseguenza di una combinazione razionalmente preordinata.

Adunque non resta altra via che il miglioramento della razza in sè stessa. La quale non è cosa tanto difficile a conseguire, quando si consideri, che in tutte le contrade già universalmente infette non mancano certi luoghi privilegiati, che

sono rimasti immuni dal flagello, siccome ci viene da tutti i bacaj attestato. Bisogna dunque far fondamento sulla buona semente, ottenuta dagli allevamenti ben riusciti, di razze indigene risparmiate dalla epidemia: bisogna farla schiudere secondo i precetti dell'arte; custodirne con tutta diligenza i bachi, fare la cerna più rigorosa dei bozzoli e poi delle farfalle, e da ultimo separare dalla buona, la semente cattiva. Questi precetti son ricordati nel suo lavoro dal Quatrefages, e si trovano pure registrati in tutti i buoni libri sull'allevamento dei bachi: laonde io non farò qui la inutile opera di ripeterli. Voglio solamente avvertire, che risulta dalle stesse osservazioni del Quatrefages, come uno dei più gravi pericoli degli allevamenti viene dalle turpi ed inique frodi, che si sono insinuate in questo nuovo commercio delle sementi: e però gioverebbe cercare un rimedio economico, che meglio potesse assicurare i bacaj intorno alla buona qualità della semente. Questo rimedio economico potrebbe, a mio avviso, trovarsi in una pubblica esposizione di sementi, che si facesse nelle città centrali delle contrade, ove più è in fiore la industria dei bachi; e per rendere più accettabile l'invito e più numeroso il concorso, si prometterebbe un premio proporzionato alla qualità e alla quantità di semente esposta.

Ma la buona semente indigena costerebbe troppo cara al produttore: e la ignoranza del massimo numero dei bacaj, che non sanno discernere la buona dalla cattiva e molto meno dalla mediocre, non permette che si stabilisca una notevole differenza nei prezzi, e così rende più timidi i produttori coscienziosi e più arditi i mercatanti fraudolenti. E poichè io tengo la produzione della buona semente indigena come il mezzo più ragionevole a prevenire la epidemia dei bachi, per incoraggiarla io proporrei:

1°. Che in tutte le provincie o divisioni amministrative dei paesi travagliati o minacciati dalla epidemia si emanassero bandi per una pubblica esposizione di sementi, da tenersi nella capitale della provincia o divisione:

2°. Che fosse creata una Commissione composta dei bacaj più esperti della provincia o divisione, ai quali sarebbe vietato di concorrere ai premj; e la Commissione fosse scelta

dal Municipio, ed essa stessa scegliesse fra i suoi membri un presidente e un segretario:

3. Che i concorrenti ai premj dovessero presentare la semente negli ultimi giorni di Febbrajo, per rimanere esposta nei primi 5 giorni di marzo; e la Commissione avesse cura, che nella sala di esposizione la temperatura si mantenesse costantemente al disotto di 12 C° :

4°. Che alla semente di prima qualità fosse assegnato un premio di 5 lire per ogni oncia:

5°. Che i concorrenti fossero obbligati ad esporre insieme colla semente i bozzoli adoperati per farla:

6°. Che i produttori fossero tenuti a fissare il minimo prezzo possibile alla semente esposta; e in niun caso la semente inviata al concorso potesse eccedere un certo limite nel prezzo, 15 lire per esempio:

7°. Che la semente premiata si dovesse tenere per venduta da parte del produttore, e però chiunque volesse, avrebbe il diritto di comperarla al prezzo indicato nella esposizione: e perchè il contratto si avesse per conchiuso, basterebbe il deposito del prezzo nell'uffizio della Commissione e la indicazione della partita di semente che si desidera.

Con questa serie di prescrizioni intorno ad una pubblica esposizione di semente, io non ho inteso di formolarne un decreto: so che molto vi sarebbe da aggiungere, molto da spiegare; ma questo cenno semplicissimo basta per darne un'idea a chi potrebbe aver la forza d'attuarne il disegno. Ed io confido, che questo spediente varrebbe in pochi anni a spegnere il male nella sua radice, e spero che qualche zelante amministratore della cosa pubblica se ne convinca e l'attui.



SUI RAGGI CALORIFICI RIFLESSI DA DIFFERENTI CORPI;
DI KNOBLAUCH.

Le ricerche già da me istituite dimostrarono che i raggi di calorico ponno subire una modificazione nelle loro proprietà venendo riflessi da superfici ruvide; osservando che le superfici metalliche si prestano in modo speciale coi raggi solari, continuai appunto con questi raggi i miei esperimenti.

I.

Preferii come corpi diffusamente riflettori il platino, il gesso, il carminio, l'ossido di rame, il taffettà rosso, il velluto bianco e il nero, la carta nera, la lana bianca, il legno, la tela cerata verde. Ad impedire quanto è possibile il loro riscaldamento per l'azione dei raggi, distesi queste sostanze sopra cubi metallici cavi, contenenti acqua alla temperatura dell'ambiente. Le superfici da confrontarsi erano sopra diversi cubi, per non esporne troppo lungamente un solo. Si cercò pure d'affrettare l'osservazione, assoggettando ad ogni ripresa punti sempre diversi della medesima superficie.

I raggi di calorico riflessi da superfici ruvide *di corpi differenti* si fecero passare traverso a sostanze diatermane e i rapporti di questo passaggio si paragonarono prima e dopo della riflessione diffusa.

Le lamine diatermane che servivano a questo confronto erano: vetro d'un rosso cupo o chiaro, giallo, bleu, verde; allume, salgemma, spato calcare e gesso. Istrumento misuratore era una pila termo-elettrica quadrata collegata con un moltiplicatore.

Per facilitare il confronto segnai 100 la quantità di calorico che cadeva sulle superficie dei corpi diatermani, riferendo a questo numero la porzione di calorico che li attraversava. Sono distribuiti nella tavola seguente gli ultimi valori che si ebbero quando i raggi solari non venivano riflessi, o quando venivano dalle dette superfici riflessi diffusamente.

RAPPORTO DELLA QUANTITA' DI CALORICO

che cade sui corpi diatermani, e di quella che passa attraverso ai medesimi dopo essere stati riflessi da

CORPI DIATERMANI	non essendo riflesso il calorico	platino	gesso	carmi-nio	ossido di rame	taffettà rosso	velluto bianco	velluto nero	carta nera	lana bianca	legno	tela cerata verde
vetro rosso cupo. . . . ($1^{mm},7$)	100 : 58	56*	48	56*	48	55	48	44	56*	48	46	44
vetro rosso chiaro. . . ($1^{mm},5$)	100 : 50	48*	64	74*	64	71	64	52	48*	61	61	58
vetro giallo. . . . . . . ($1^{mm},6$)	100 : 49	48*	62	76*	62	62	62	55	48*	62	62	55
vetro azzurro. . . . . . ($1^{mm},4$)	100 : 28	31	39	45*	39	39	39	27	24*	39	39	34
vetro verde. . . . . . . ($1^{mm},6$)	100 : 11	12*	20*	14	14	14	20	12*	12	20	20	20
vetro scolorato. . : . . ($1^{mm},9$)	100 : 62	61	89*	89	72	85	89	53*	61	85	85	72
allume. . . . . ($1^{mm},4$)	100 : 54	51	69*	69	51	69	69	38*	44	69	63	51
salgemma. . . . . ($4^{mm},4$)	100 : 62	65*	85	90*	81	85	85	75	65*	85	85	75
spato calcare. . . . . . ($3^{mm},7$)	100 : 62	60*	89*	89	74	89	89	60*	60*	89	89	74
gesso. . . . . ($1^{mm},4$)	100 : 62	59	86*	82	65	82	86	47*	55	86	82	65

Da questi numeri si scorgono manifestamente le differenze grandi che offrono i raggi solari prima e dopo della riflessione. Così di 100 parti di calorico che cadono sul vetro rosso cupo, ne passano 38 primachè avvenga una riflessione, passano invece 56 parti dopo che i raggi furono riflessi dal carminio. Adoperando una lamina di solfato di calce, il passaggio dei raggi di calorico innanzi alla riflessione è di 62 per cento, dopo la riflessione del gesso, 86; dopo la riflessione del velluto nero, 47.

Pertanto la capacità del calorico di attraversare i corpi si aumenta colla riflessione da certe superfici scabre, diminuisce colla riflessione da certe altre. Rimane immutata per tutti i corpi diatermani soltanto dopo la riflessione del platino. Per rilevare facilmente le più grandi differenze, segnai con un asterisco il massimo e il minimo per ognuna delle sostanze diatermane. Tali differenze importano 8 per cento col vetro verde dove appunto la differenza è minima, 39 per cento col gesso dov' è massima.

È evidente che la medesima superficie riflettente non ha mai aumentato o diminuito il passaggio dei raggi per tutti i corpi diatermani in eguale misura come risulta dalla tavola seguente, in cui quelle superfici sono ordinate secondo il massimo passaggio per ogni singola lamina diatermana.

vetro rosso cupo	vetro rosso chiaro	vetro giallo	vetro azzurro	vetro verde	vetro incoloro	allume	salgemma	spato calcare	gesso
carminio 56	carminio 74	carminio 76	carminio 45	gesso, velluto bianco, lana bianca, legno, tela cerata verde 20	gesso, carminio, vell. bianco 89	gesso, carminio, taffet. rosso, velluto bianco, lana bianaa 69	carminio 90	gesso, carminio, taffettà rosso, velluto bianco, lana bianca, legno 89	gesso, vell. bianco, lana bianca 86
taffettà rosso 53	taffettà rosso 71	gesso, ossido di rame, taffet. rosso, velluto bianco, lana bianca, legno 62	gesso, ossido di rame, taffet. rosso, velluto bianco, lana bianca, legno 39	carminio, ossido di rame, taffettà rosso 14	taffettà rosso, lana bianca, legno 83	legno 63	gesso, taffet. rosso, velluto bianco, lana bianca, legno 85	ossido di rame, tela cerata verde 74	carminio, taffettà rosso, legno 82
gesso, ossido di rame, velluto bianco, lacca bianca 48	gesso, ossido di rame, velluto bianco, lacca bianca 64	tela cerata verde, velluto nero 55	tela cerata verde 34	platino, velluto nero, carta nera 12	ossido di rame, tela cerata verde 72	platino, oss. di rame, tela cerata verde 51	ossido di rame 81	platino, vell. nero, carta nera 60	ossido di rame, tela cerata verde 63
legno 46	legno 61	platino, carta nera 48	platino 31		platino, carta nera 61	carta nera 44	velluto nero, tela cerata verde 75		platino 59
tela cerata verde, velluto nero 44	tela cerata verde 58		vell. nero 27		velluto nero 53	velluto nero 38	platino, carta nera 65		carta nera 55
platino, carta nera 56	velluto nero 52		carta nera 24						velluto nero 47
	platino, carta nera 48								

Si trascurarono qui i numeri che direttamente si riferiscono al calorico non riflesso, perchè si identificano con quelli della riflessione del platino. Questi numeri del resto bastano al confronto degli effetti delle altre riflessioni, potendo essere precisati senza disturbare l'apparato, mentre gli esperimenti coi raggi diretti esigono una tutt'altra disposizione degli strumenti. La ripetizione frequente degli esperimenti fa apparire i valori del calorico riflesso fino ad 1, mentre l'errore nell'osservazione comparata dei raggi non riflessi e dei riflessi può andare fino a 3.

Si ha la medesima serie col vetro rosso cupo, come col rosso chiaro; solo che col primo cadono in un gruppo la tela cerata verde col velluto nero, mentre coll'ultimo (vetro rosso chiaro) stanno distinti. Oltrechè naturalmente i valori assoluti sono maggiori col vetro chiaro e rosso più diatermano, che non col vetro più scuro. Mentre, per esempio, con questi vetri come col vetro giallo e coll'azzurro e col salgemma, il carminio per esempio sta in alto nella serie; col vetro verde e colla lamina di solfato di calce entrano al suo posto il gesso, il velluto bianco e la lana bianca: anche il platino e il velluto nero si cambiano il posto nei modi più svariati.

Corrispondentemente se la serie di tali sostanze diatermane si ordinasse secondo il passaggio del calorico dei raggi diretti o dei raggi respinti da corpi diversi, verrebbe pure in molte guise a cambiarsi.

Da tuttociò si deduce *quanto considerevoli e varie siano le mutazioni che i raggi calorifici del sole soffrono per la riflessione da superfici ruvide.*

L'esame appunto di questi raggi offriva grande interesse, essendo sorgente feconda di calorico.

II.

Il paralellismo dei raggi solari li faceva atti alla seconda parte di questa ricerca, osservandosi l'inclinazione di essi verso la superficie riflettente.

A questo fine si coprirono con del carminio, giallo di cromo, oltremare e carta bianca, le pareti laterali di due lunghe

cassette di latta che durante l'esperimento erano state riempiute d'acqua fredda, e si paragonarono le proprietà dei raggi di calorico riflessi sotto angoli diversi, colle proprietà dei raggi non riflessi. Gli estremi che una tale disposizione concedeva, erano le inclinazioni di 80, e di 2 gradi dei raggi sulla superficie riflettente. Si procedeva del resto come dianzi; deducendosi i dati del termo-moltiplicatore, prima e dopo l'introduzione dei corpi diatermani, fatto il primo = 100. In luogo dei raggi solari diretti si confrontarono i raggi riflessi dal platino per le suaccennate ragioni. Ecco i risultati delle osservazioni:

SOPRA UNA QUANTITA' DI CALORICO SUPPOSTA = 100 NE PASSA ATTRAVERSO AI CORPI DIATERMANI DOPO LA RIFLESSIONE MEDIANTE:

Corpi diatermani	platino o non riflesso	carminio sotto ang. di 80°	platino o non riflesso	carminio 2°	platino o non riflesso	giallo di cromo 80°	platino o non riflesso	giallo di cromo 2°	platino o non riflesso	oltremare 80°	platino o non riflesso	oltremare 2°	platino o non riflesso	carta bianca 80°	platino o non riflesso	carta bianca 2°
vetro rosso	40	59	40	41	40	46										
vetro giallo	53	75	53	52	53											
vetro azzurro																
vetro verde																
vetro scolorato . . .																
salgemma .																
spato calc.																
gesso. . . .																

Da un'occhiata a questi numeri si scorge che i raggi di calorico cadente sotto all'angolo di 80° per tutte quattro le superfici riflettenti diffusamente, offrono le più grandi differenze coi corpi diatermani in confronto ai raggi diretti; ma che tali differenze giungono fino a rendersi inavvertite quando quell'angolo si restringe fino a 2°. Così il calorico non riflesso, oppure riflesso dal platino attraversa il vetro giallo nella proporzione di 53 sopra 100, mentre il calorico riflesso dal carminio sotto all'angolo di 80° lo attraversa nella proporzione di 75 %, e se è riflesso dal giallo di cromo, in ragione di 68 %. Prima della riflessione penetra pel vetro rosso-scuro una quantità di calorico eguale a 39 e dopo che è riflesso dall'oltremare, 59. Passano per la lamella di solfato di calce nel primo caso 69 parti, e dopo la riflessione della carta bianca 89. I rapporti del passaggio dei raggi diretti e dei riflessi sono eguali quando l'angolo colla superficie riflettente sia 2°; nulla è più riconoscibile di quelle differenze considerevoli che si notavano, 22 % col carminio, 15 col giallo di cromo, 20 coll'oltremare e colla carta bianca.

Per quanto dunque siano ragguardevoli e svariate le mutazioni che i raggi di calorico subiscono per la riflessione da superfici ruvide, scompajono completamente cambiando semplicemente l'angolo sotto al quale cadono, di modo che non è più dato distinguere il calorico riflesso da qualsivoglia corpo, dal calorico non riflesso nemmeno cogli strumenti di più squisita sensibilità.

Potendosi considerare pertanto una superficie ruvida come una superficie pulita, la cui riflessione speculare non esercita alcun'azione sulle proprietà dei raggi che la toccano, si fa innanzi la questione, se cioè sia da dimostrare con una semplice misura quantitativa del calorico riflesso, e se la quantità dei raggi riflessi sotto quel dato angolo lasci concludere che avrebbe luogo una diffusione in tutti i sensi quando i raggi cadano ripidi e scoscesi sulla superficie ruvida, e piuttosto una riflessione in una determinata direzione quando i raggi vengano piani a lambire la superficie. Di fatti la pila termica portata ad incontrare i raggi solari sotto all'angolo che formavano appunto colla superficie riflettente i raggi in discorso, mostrò

per una riflessione a 2° col carminio un effetto calorifico undici volte maggiore, che se la riflessione fosse stata ad 80°; col giallo di cromo e colla carta bianca 28 volte, coll'oltremare perfino 42,5 volte maggiore.

Il passaggio della riflessione diffusa alla riflessione speculare per la medesima superficie è dunque anche in tal modo visibile, quantunque la superficie sia molto scabrosa.

Non si può coi corpi che abbiamo alla mano precisare l'influenza dei diversi gradi di ruvidezza, come è stato fatto colle superfici metalliche o col legno. Ma già furono trattate tutte le altre questioni che qui si connettono, e dell'azione diversa delle sorgenti calorifiche, e delle varie temperature, e il paragone dei raggi visibili e degli invisibili, e simili.



TEORIA MATEMATICA DEGLI EFFETTI DINAMICI DEL CALORE DATO A UN GAS PERMANENTE; DI M. BOURGET.

(*Annales de Physique, et Chimie*. Luglio 1859).

(Estratto).

Più volte in questo nostro periodico abbiamo creduto dover parlare della teoria dinamica del calorico come quella che ci è sembrato esser di moltissimo interesse, per la generalizzazione delle leggi fisiche, per la spiegazione di moltissimi fenomeni non ancora ben definiti, e soprattutto perchè essa concorrerebbe a sparger molta luce sull'omogeneità degli agenti naturali che tutti i fisici, poichè semplicizzerebbe tanto i principii della scienza, si studiano e si lusingano quando che sia di poter chiaramente dimostrare. È perciò che non abbiamo mai mancato di dare un sunto di quei lavori sperimentali o analitici i quali ci è sembrato che schiarissero questa teoria, o per lo meno aves-

sero il vantaggio di aprire un campo agli studii e alle esperienze degli scienziati a cui di tal soggetto piacesse di occuparsi. Abbiamo veduto una Memoria che il sig. Bourget ha pubblicato negli *Annales* etc. or son pochi mesi, e non vogliamo trascurare di parlarne, parendoci meritevole di attenzione, se non per l'esattezza di resultati a cui egli perviene, almeno per il modo tutto nuovo con cui imprende a trattar la questione. Egli si parte dal considerare l'azione del calorico sui gas permanenti e valendosi delle due leggi combinate del Mariotte e del Gay Lussac, stabilisce la formula che dà in generale la variazione di stato di un gas permanente, in funzione del calorico che gli vien tolto o somministrato. Da questa, applicandovi nuove considerazioni geometriche e analitiche, intende il sig. Bourget di dedurre una relazione fra la quantità di calorico e il lavoro meccanico prodotto. Ecco come. La formula che egli stabilisce in principio è questa:

$$\frac{pv}{1+\alpha t} = \frac{p_0 v_0}{1+\alpha t_0}$$

essendo α il coefficiente di dilatazione
p la forza elastica
v il volume
t la temperatura di un gas permanente in uno stato qualunque, p_0, v_0, t_0 avendo le medesime significazioni per uno stato determinato e costante: onde potrei anche porre la relazione

$$\frac{p_0 v_0}{1+\alpha t_0} = m$$

$$pv = m\,(1+\alpha t).$$

Per determinare quest'm si può far $t=0$; e se si chiama H la pressione normale $0^m,76$ riferita al metro quadrato, se si suppone inoltre che si agisca sopra un metro cubico di gas preso a questa pressione e a questa temperatura si vede che:

$$m = \mathrm{H} = 10330^k$$

e

$$pv = \mathrm{H}\,(1+\alpha t).$$

Di qui incomincia l'A. le sue considerazioni geometrico-analitiche. Osservando che lo stato di un gas è completamente determinato quando si conosca p e v, egli conviene di tracciare due assi rettangolari, di contare sopra uno di essi come ordinate le forze elastiche, sull'altro i volumi come ascisse, ed allora un punto qualunque del piano starà a rappresentare uno stato del gas; una successione di stati diversi infinitamente vicini costituirà una curva e la surriferita formula ne potrà essere l'equazione. Posto questo l'A. passa a calcolare il consumo di calorico nel percorrere un circuito chiuso rettangolare.

Sia (*Tav. IV. fig.* 1) A (p, v) lo stato iniziale di un gas, con linee parallele agli assi tracciamo un circuito chiuso ADBCA, facciamo passare il gas dai diversi stati che corrispondono a questo circuito percorso nel senso della freccia, e cerchiamo quanto sia il calorico consumato:

1° Quando il gas passa dallo stato A allo stato D, vi è riscaldamento a volume costante, e la temperatura t_1 è data dalla formula:

$$p'v = \mathrm{H}(1+\alpha t_1)$$

che combinata con $pv = \mathrm{H}(1+\alpha t)$

dà
$$(p'-p)\,v = \mathrm{H}\alpha(t_1-t).$$

La quantità di calorico impiegata per questo passaggio, sarà:

$$q = \mathrm{D}c'(t_1-t)$$

chiamando D il peso di un metro cubo d'aria a zero e c' il calorico specifico a volume costante; questa espressione diviene per sostituzione:

$$q = \frac{\mathrm{D}}{\mathrm{H}\alpha}\,c'v\,(p'-p).$$

2° Quando il gas passa dallo stato D allo stato B, esso è riscaldato a pressione costante, e la temperatura t' è data dalla formula

$$p'v' = \mathrm{H}(1+\alpha t')$$

che combinata con $p'v = H(1 + \alpha t_1)$

dà $$p'(v' - v) = H\alpha(t' - t_1).$$

La quantità di calorico impiegata in questo passaggio

sarà $$q_1 = Dc(t' - t_1)$$

chiamando c il calorico specifico a pressione costante e per sostituzione:

$$q_1 = \frac{D}{H\alpha} p'(v' - v).$$

3° Quando il gas passa dallo stato B allo stato C, esso è raffreddato mantenendo costante il volume e la sua temperatura t_2 è data dalla formula:

$$p v' = H(1 + \alpha t_2)$$

che combinata con $p'v' = H(1 + \alpha t')$,

dà $$(p' - p) v' = H\alpha(t' - t_2).$$

Il calorico raccolto sarà:

$$q' = Dc'(t' - t_2)$$

ossia $$q' = \frac{D}{H\alpha} c' v' (p' - p).$$

4° Infine quando il gas passa dallo stato C allo stato primitivo A, esso è raffreddato a pressione costante, la sua temperatura ritorna t data dalla formula:

$$pv = H(1 + \alpha t)$$

che combinata con $pv' = H(1 + \alpha t_2)$

dà $$p(v' - v) = H\alpha(t_2 - t).$$

Il calorico raccolto sarà:

$$q_1' = \mathrm{D}c\,(t_2 - t)$$

ossia
$$q_1' = \frac{\mathrm{D}}{\mathrm{H}\alpha}\,cp\,(v' - v).$$

Riassumendo il calorico consumato sarà:

$$\mathrm{Q} = q + q_1 = \frac{\mathrm{D}}{\mathrm{H}\alpha}\Big(c'v\,(p' - p) + cp'\,(v' - v)\Big)$$

quello raccolto $\mathrm{Q}' = q' + q_1' = \frac{\mathrm{D}}{\mathrm{H}\alpha}\Big(c'v'\,(p' - p) + cp\,(v' - v)\Big).$

Il consumo totale sarà dunque:

$$\mathrm{Q} - \mathrm{Q}' = \frac{\mathrm{D}}{\mathrm{H}\alpha}\Big(c - c'\Big)\Big(p' - p\Big)\Big(v' - v\Big).$$

Questa quantità non può esser nulla, e giungiamo a questo notabile resultato: che partendo da uno stato qualunque, un gas non può ritornarvi dopo aver percorso un circuito rettangolare di stati successivi, senza che sia perduta una quantità di calorico proporzionale alla superficie del circuito

$$(p' - p)\,(v' - v).$$

Si veda ora qual' è il lavoro motore del gas nel percorrere questo medesimo circuito. Supponendo che il gas sia rinchiuso in un cilindro di un metro quadrato di sezione al di sotto di uno stantuffo mobile senza peso, e sempre carico di un peso eguale alla sua forza elastica, si vedrà facilmente che il lavoro motore lungo la linea ADB è dato da

$$\mathrm{T} = p'\,(v' - v)$$

e il lavoro di resistenza lungo BCA è dato da

$$\mathrm{T}' = p\,(v' - v)$$

dunque il lavoro motore realmente attivo del gas lungo tutto il circuito chiuso è:

$$T - T' = (p' - p)\,(v' - v);$$

è dunque rappresentato dalla superficie del rettangolo formato da questo circuito. Ora se noi combiniamo quest'ultima equazione ottenuta con quella che ci dà la quantità di calorico perduta si trova:

$$Q - Q' = \frac{D(c - c')}{H\alpha}\,(T - T').$$

Il coefficiente dell'ultima quantità compresa da parentesi è costante per un medesimo gas per le temperature e le pressioni impiegate; dunque ponendo

$$E = \frac{H\alpha}{D(c - c')}$$

avremo $$Q - Q' = \frac{1}{E}(T - T').$$

Dunque: la quantità di calorico perduta è proporzionale al lavoro motore e viceversa, di modo che ad ogni caloria perduta, corrisponde un lavoro motore prodotto eguale a E kilogrammetri. Donde si può concludere che il calorico si è trasformato in lavoro meccanico a ragione di E kilogrammetri per ogni caloria perduta. Dunque questo numero E può esser chiamato l'equivalente meccanico del calorico, e prendendo:

$$H = 10333,^{k} \quad \alpha = 0,003665 \quad D = 1,293187 \quad c = 0,2377 \quad \gamma = \frac{c}{c'} = 1,41,$$

si trova $$E = 424^{km}.$$

Ora se esiste veramente un equivalente meccanico del calorico, questo numero E è costante dipendentemente dall'esser costante γ. Altrimenti, E essendo variabile, sarà una funzione di p e di t.

Passando da queste a considerazioni più generali, suppo-

nendo che il circuito non sia rettangolare ma curvilineo qualunque, l'A. perviene a risultati analoghi. Egli trova

$$\Pi = \frac{1}{E}\int_{v}^{v'} (p - p_1)\, dv$$

chiamando Π il calorico perduto: e

$$T = \int_{v}^{v'} (p - p_1)\, dv$$

chiamando T il lavoro meccanico totale: onde

$$\Pi = \frac{T}{E}$$

come si era ottenuto precedentemente.

Questo è il sunto del lavoro del sig. Bourget su cui ci è sembrato conveniente di richiamare l'attenzione dei nostri lettori. Nel medesimo tempo però non vogliamo tacere di alcune riflessioni a cui esso ci ha condotto che se non fossero schiarite potrebbero infirmare questa nuova teoria. Innanzi tutto ognun sa che le ultime esperienze del sig. Regnault intorno ai calorici specifici porterebbero a far credere che non vi ha differenza apprezzabile fra il numero che esprime il calorico specifico di un gas a pressione costante e quello a volume costante ossia fra il c e il c' del nostro A.; onde evidentemente l'espressione dell'equivalente meccanico ove abbiamo un fattore $(c - c')$ si ridurrebbe a zero. È vero che i resultati di queste esperienze che citavamo non sono ancora nella scienza ben definiti ed approvati, ma ci piacerebbe che fosse chiarita ben la questione prima di ammettere la formula del sig. Bourget.

Di più applicando ad altri gas che non sien l'aria atmosferica la formula medesima noi siamo giunti a risultati molto differenti fra loro e dal numero 424 che l'A. trova, mentrechè se il resultato del calcolo analitico fosse realmente l'espressione dell'equivalente meccanico, il numero a cui si perviene prendendo in considerazione un altro gas permanente qualunque dovrebbe esser sempre invariabilmente il medesimo.

Onde infine ci sembra che possa dirsi avere preso il Bourget una via molto ingegnosa, senza che i risultati che per quella egli ottiene possan nello stato attuale della scienza dirsi esattissimi.



SOPRA UN NUOVO TEOREMA DELLA TEORIA DEL CALORICO; DEL PROFESSORE G. KIRCHHOFF.

(*Mem. dell' Associaz. fis. med. di Eidelberga*).

L'Autore aveva in una Memoria anteriore stabilito il principio, che una fiamma era parzialmente opaca pei raggi, che siano della specie, ch'ella medesima emette. Nel ricercare una prova teorica del citato principio esso giunse ad un teorema, che lo racchiude, e dal quale esso deducesi, come corollario. Ecco i risultati nuovi a cui è giunto.

Un corpo caldo manda raggi calorifici. Noi sentiamo questi raggi in modo evidente, ponendosi in vicinanza d'una stufa riscaldata. La forza de' raggi, che un corpo manda, dipende dalla sua natura e dalla sua temperatura: ma è indipendente dalle condizioni e dalla natura del corpo, sul quale essi cadono. Noi non *sentiamo* i raggi calorifici, che presso a corpi assai caldi: ma non ha dubbio, che ogni corpo ad ogni temperatura ne mandi: essi però sono tanto meno potenti quanto più bassa è la temperatura del corpo. Col mandare raggi calorifici il corpo *perde* del suo calorico: la sua temperatura deve quindi abbassarsi, se la perdita non è compensata. Un corpo che è per ogni verso circondato da altri corpi egualmente caldi non altera la sua temperatura: in esso la perdita per irradiazione è appuntino compensata dai raggi, che gli vengono d' ogni intorno e che sono in parte da lui assorbiti. La quan-

lità di raggi, che il corpo accoglie, deve in questo caso essere *esattamente* eguale a quella che il corpo lascia sfuggire. Ciò dev'essere vero qualunque sia la natura del corpo, che si considera: epperciò più un corpo *irradia*, più *deve assorbire* calorico. I fisici danno il nome di *potere emissivo* alla intensità de' raggi, che un corpo manda: e dicono *potere assorbente* la frazione, che esprime qual parte assorba de' raggi termici, che su di lui cadono. Con ciò possiamo stabilire, in seguito a quello che si disse, che quanto più grande è il *potere emissivo* d'un corpo, tanto più considerevole ne è pure l'*assorbente*. Una considerazione più attenta ci conduce alla conclusione, che il rapporto fra il *potere emissivo* e l'*assorbente* per una medesima temperatura sia costante, e per tutti i corpi identico: e questa conclusione è confermata da molte sperienze, delle quali alcune furono fatte nell'ultimo decennio, mentre le altre sono assai più antiche.

La legge ora esposta non è però vera, se non colla condizione, che i raggi siano tutti d'una medesima natura: che cioè i raggi non siano siffattamente eterogenei da essere assorbiti qual più, qual meno dallo stesso corpo. Se il caso fosse così, non si potrebbe più dare al *potere assorbente* una precisa significazione, posciachè esso varierebbe a seconda della diversità de' raggi. Ora da molto tempo è stato riconosciuto, come v' abbiano raggi calorifici di natura differente, che sono in varia proporzione assorbiti dai diversi corpi. Vi sono raggi termici lucidi ed oscuri; quasi tutti i corpi bianchi assorbono quelli quasi nella loro integrità, mentre riflettono quasi tutti questi. Anzi, la varietà e moltiplicità delle maniere di raggi termici non è minore di quella de' raggi luminosi. I raggi termici oscuri come i lucidi, convengono coi raggi luminosi, quanto alle leggi della propagazione, riflessione, rifrazione semplice e doppia, polarizzazione e interferenza: nei raggi termici luminosi non è possibile il dividere la luce dal calore: se uno di essi è indebolito in una certa proporzione, l'altro s'infievolisce in pari rapporto. Dietro a questi fatti, i fisici sono stati condotti ad ammettere, che la luce ed il calorico raggiante siano un'istessa cosa in sostanza, e quella sia un caso particolare di questo. I raggi oscuri di calorico si distinguono dai luminosi, nello stesso

modo, che i raggi differentemente colorati si distinguono gli uni dagli altri, cioè, per la durata della vibrazione, la lunghezza della ondulazione, la rifrangibilità. Essi poi non sono visibili, perchè i mezzi diafani, che formano il nostro occhio, non sono permeabili a loro. Una differenza qualitativa fra' diversi raggi di luce si ha, non solo nel colore, ma anche nello stato di polarizzazione. Anche nei raggi termici si deve tenere a mente, che non solo diversi raggi si distinguono per la lunghezza delle onde, ma anche per lo stato di polarizzazione. Se noi teniamo conto della eterogeneità de' raggi calorifici, tutti i teoremi fondati sul principio della proporzionalità fra i poteri emissivo ed assorbente, si trovano infirmati o renduti falsi. Se vi esista un principio simile, ma la cui sussistenza sia indipendente dalla eterogeneità de' raggi, non si sapeva: chè nè s'era potuto finora dedurre da considerazioni teoriche, nè da sperimenti od osservazioni. L'Autore ha nel suo scritto riempiuto questa lacuna. Esso ha provato che il principio della proporzionalità fra potere *emissivo* ed *assorbente* esiste per raggi di qualsiasi natura, che partano da' corpi, purchè noi stabiliamo la nozione di potere *emissivo* ed *assorbente* applicandola a raggi omogenei fra loro. In questa maniera di esporre la cosa desiderasi molto dal lato della precisione: per essere più chiari adotteremo le espressioni stesse dell'Autore.

S'immagini, che siano posti davanti ad un corpo due diaframmi S_1 ed S_2, nei quali siano due aperture. Attraverso a queste due aperture passa un fascetto di raggi, che vengono dal corpo. In questi fascetti si consideri in modo speciale la parte composta di raggi la cui lunghezza d'onda sia λ. Si scompongano questi due fascetti polarizzati secondo due piani ortogonali, che passino per l'asse del fascio, ma del resto arbitrarii, che diremo a e b. L'intensità della componente polarizzata secondo a sia E (potere emissivo). Ora immaginiamoci, che attraverso all'aperture 2 e 1 cada sul corpo C un fascio di raggi che siano d'una lunghezza d'onda $= \lambda$ e polarizzati secondo il piano a. La frazione di questo fascetto di raggi, che è assorbita dal corpo C sia A (potere assorbente). Allora la ragione $\frac{E}{A}$ è indipendente dalla grandezza, posizione,

natura del corpo, e solo soggetta a cambiare secondo la grandezza delle aperture 1 e 2, secondo la lunghezza delle onde λ e della temperatura.

La via tenuta dall'Autore nel provare questo teorema è la seguente. Egli parte dal postulato, che si possono immaginare corpi, i quali sotto ad una spessezza modica assorbano tutti i raggi, che vengono a cadere su di loro, ossia che abbiano un potere assorbente 1. Esso chiama questi corpi *neri assolutamente* o semplicemente *neri*. I corpi neri con superficie non pulita tali, quali esistono in realtà, non adempiono questa condizione, che approssimativamente: essi riflettono una parte de' raggi, che cadono sopra di loro. Importava per lui prima d'ogni altra cosa il mettere a cimento la irradiazione di questi corpi assolutamente neri. Il corpo C sia di questa sorta: i due diaframmi S_1, S_2 lo siano pure. Il corpo C venga rinchiuso in un ricinto della cui parete S_1 faccia parte, e i due diaframmi S_1, S_2 vengano all'intorno da una parete nera uniti assieme. Infine l'apertura 2 venga chiusa da una parete nera, che egli chiama superficie 2. L'intiero sistema deve essere alla stessa temperatura in ogni sua parte e difeso da ogni perdita di calore all'infuori da una parete impermeabile al calorico. In queste circostanze la temperatura del corpo C non può alterarsi: la somma dell'intensità de' raggi ch'egli emette deve essere quindi eguale a quella de' raggi che assorbe, e come esso assorbe tutti quelli, che gli cadono sopra, sarà eguale alla somma delle intensità de' raggi, che cadono sopra di lui. Ora s'immaginino fatte nel sistema le seguenti modificazioni: la superficie 2 sia tolta e messo in sua vece uno specchio, il quale rifletta pienamente i raggi, che cadono sopra di lui e che abbia il suo centro nel mezzo dell'apertura 1. L'equilibrio della temperatura deve esistere anche adesso: anch'ora deve la somma dei raggi, che il corpo C manda fuori essere eguale a quella, che assorbe. Ma siccome adesso egli emette tanto calorico, quanto in principio emetteva, quindi è necessario, che la quantità di raggi, che lo specchio concavo rimanda sul corpo C, sia eguale a quella che la parete 2ª vi mandava. Lo specchio concavo poi produce dell'apertura 1ª un'immagine, che si confonde coll'apertura stessa. Per questa ragione arrivano dopo una rifles-

sione al corpo C quei raggi appunto, che esso manderebbe per le aperture 1, e 2, quando queste fossero libere e l'intensità di questi raggi è appunto eguale, all'intensità de' raggi che la superficie 2 manderebbe attraverso all'apertura 1ª. Ma l'ultima quantità evidentemente non dipende dalla temperatura del corpo C; onde viene ad essere provato, che la forza termica de' raggi, che il corpo C manda pelle due aperture 1, e 2 sono indipendenti dalla posizione e natura del corpo C, quando però questo sia nero e d'una data temperatura. Dopo queste considerazioni potrebbe ancora dubitarsi, che la costituzione qualitativa del fascio di raggi possa cangiare, se si toglie il corpo C e si mette in sua vece un corpo differente, ma anche nero e di pari temperatura. Ma ciò non è vero. Se noi chiamiamo il potere emissivo di questo corpo, riferito ad una data temperatura, polarizzazione e lunghezza d'onda, colla lettera e, analoga alla lettera E che impiegammo in pari circostanza pel corpo C: questo e è affatto indipendente dalla natura del corpo C, solo, che questo sia nero. Per provare la verità di quanto dico, bisogna rendere anche un po' più complicato il nostro apparecchio. Nel fascetto di raggi, che dall'apertura 1 va all'apertura 2 venga introdotta una piccola lastra, la quale sia così tenue da mostrare sotto l'impressione de' raggi visibili i colori delle lamine sottili: essa sia così inclinata, che quel fascetto l'incontri sotto l'angolo di polarizzazione: e sia la sua sostanza talmente scelta, che essa non emetta e non assorba alcuna notevole quantità di calore. La parete, che unisce i due schermi S_1 ed S_2 sia fatta in modo, che la immagine speculare (1) dell'apertura 2 cada sopra di lei. Nel luogo dove cade quest'immagine speculare sia fatta nella parete un'apertura della forma dell'immagine stessa: e questa apertura chiamisi 3. Si ponga uno schermo di modo, che nessuna retta possa trarsi

(1) Questa espressione è dubbia: e quel che è peggio, ciò rende ambiguo tutto quello, che viene dopo. Il traduttore confessa che non seppe rendersi padrone del soggetto, in modo da potere sviluppare l'imbroglio fatto dall'abbreviatore tedesco del Kirchhoff, non avendo sott'occhio il lavoro originale del dotto fisico e matematico Eidelberghese.

Nota del Traduttore.

da un punto dell' apertura 3 ad un punto della 1 senzá che lo incontri. Sia primieramente la superficie 3 chiusa da una parete nera, che chiamerò parete 3ª. Sia la temperatura di tutto l' apparato una medesima: siavi cioè equilibrio di temperatura. A quest' ultimo cooperano anche, que' raggi che uscendo dalla superficie 3 sono stati riflessi dalla superficie della lastra, passarono quindi l' apertura 1ª e sono arrivati al corpo C. Questi raggi sono polarizzati nel piano d' incidenza e sono d' un colore, che, secondo la spessezza della lastra, è o questo o quell' altro della scala newtoniana. Allontaniamo ora la parete 3 e mettiamo in sua vece uno specchio concavo, che abbia il suo centro nel punto dove si fa l' immagine specolare dell' apertura 1; allora i raggi, che partono dalla superficie 3 non arrivano più al corpo C, ma invece vi giungono altri che lo specchio concavo riflette: e l' equilibrio rimane. Se si tiene ora conto, che tutto l' esposto rimane identico, qualunque sia la grossezza della lamina, e comunque essa venga fatta rotare attorno all' asse, che congiunge i centri delle due aperture 1 e 2, si arriverà facilmente alla conchiusione, che per una lunghezza d' onda qualunque e un piano di polarizzazione, qualsiasi, il potere d' emissione d' un corpo nero C è affatto indipendente dalla ulteriore costituzione di questo. Una conseguenza, che si presenta da sè, è: che tutti i raggi che un corpo nero mette fuori, sono assolutamente privi di polarizzazione.

Se noi ci immaginiamo ora, che il corpo C non sia nero, ma il resto dell' ordinamento non cangi per nulla, noi troveremo, ripetendo il ragionamento prima d' ora riferito, che esiste ancora la relazione

$$\frac{E}{A} = e \; . \; . \; . \; : (1)$$

la quale pronuncia essere il potere assorbente in un costante rapporto per tutti i corpi. Evidentemente nulla osta, che la equazione venga scritta, ne' modi seguenti

$$E = Ae \quad . \; . \; . \; . \quad (2)$$

ovvero

$$A = \frac{E}{e} \quad . \; . \; . \; . \quad (3).$$

L'Autore tocca, dopo la sua dimostrazione, alcuni corollarii che dalle sue formole si traggono naturalmente.

Quando noi riscaldiamo un dato corpo, v. gr. un filo di platino, elevandone a poco a poco la temperatura, esso sul principio non manderà, che raggi oscuri: giunto alla temperatura dell'arroventamento incipiente, cominciano a mostrarsi raggi rossi visibili; più innanzi nell' arroventamento s' aggiungono raggi *gialli*, ad una temperatura anche più alta, vengono in scena raggi *verdi* ec. ec.: finchè il filo diviene *incandescente*, cioè manda raggi di tutte le specie contenute nello spettro. Il potere emissivo del platino adunque sarà $= o$ per raggi *rossi* a tutte le temperature, che sono più basse di quella alla quale esso comincia ad arroventarsi, per raggi *gialli* questo non cesserà di essere $= o$, che più tardi, per raggi *verdi* più tardi ancora ec. ec. In conseguenza dell'equazione (1) adunque dovrà il potere emissivo d'un corpo assolutamente nero cessare d'essere $= o$ pei raggi *rossi*, *gialli*, *verdi* ec. alla temperatura alla quale il platino comincia a mandare raggi *rossi*, *gialli*, *verdi* ec. Ora si concepisca un corpo qualunque, che gradatamente si arroventi. Secondo l'equazione (2), esso dovrà cominciare a mandare raggi *rossi*, *gialli*, *verdi*, ec. alle medesime temperature, che s'erano fissate pel filo di platino. In altri termini tutti i corpi devono cominciare ad esser roventi alla medesima temperatura, prendere i colori *rosso*, *giallo*, *verde* ec. al medesimo grado di calore. Con ciò è stabilita una prova teoretica del teorema, che Draper dedusse 13 anni fa dalle sue sperienze. L'intensità de' raggi d'un dato colore, che un corpo mette fuori può però essere molto differente: essa è secondo l'equazione (2) proporzionale al potere assorbente A. Quanto più un corpo è trasparente, tanto meno essa luce. Si è per questa ragione, che i gaz non s'arroventano, che ad una temperatura molto superiore a quella dei corpi solidi e liquidi.

Un'altra conseguenza riconduce l'Autore al soggetto della sua prima comunicazione.

Gli spettri di tutti i corpi opachi arroventati sono continui: essi non contengono nè linee oscure, nè linee lucide. Si può concludere, che lo spettro d'un corpo *nero* (prendendo questa parola nel senso, nel quale lo adoprammo finora) è rovente,

dovrebbe anch'esso essere continuo. Lo spettro d'un gaz rovente consiste, per lo più almeno in linee lucenti separate da ampii intervalli oscuri. Se noi chiamiamo E il potere emissivo del gaz allora il rapporto $\frac{E}{e}$ ha un valore fisso per raggi, che corrispondono alle linee lucide dello spettro prodotto dal gaz, ma è insensibile per altri raggi. Ma siccome dietro la equazione (3) questo rapporto eguaglia il potere assorbente o del gaz rovente, questo adunque deve assorbire solamente que' raggi, che hanno il colore delle linee lucenti dello spettro: pegli altri raggi esso è perfettamente trasparente. Segue da ciò, che lo spettro d'un gaz rovente secondo l'espressione dell'Autore, deve essere rovesciato quando dietro al gaz rovente, si colloca un corpo luminoso di forza illuminante bastevole e tale da dare uno spettro continuo: cioè le linee oscure dello spettro primitivo si cambieranno in lucide e viceversa queste in quelle. Il gaz rovente getta luce sul luogo dove sarebbero le linee oscure della luce, ma toglie dal medesimo una parte della luce, che vi cadrebbe, e che trattiene per assorbimento: la quantità di questa luce sarà più grande di quella non sia, se la sorgente luminosa, che v'è dietro è bastantemente forte. Se ciò ha luogo il gaz rovente indebolisce la lucidità nel luogo e non nelle vicinanze; la linea si mostrerà dunque oscura sopra un fondo più chiaro. Una conseguenza, che trae l'Autore da quello che s'è detto finora è assai rimarchevole. Se la sorgente luminosa è un corpo rovente, è necessario che la sua temperatura sia più grande, che quella del gaz, perchè s'abbia rovesciamento dello spettro.

Il sole è costituito da un nocciolo rovente, che darebbe da sè uno spettro: e d'un'atmosfera rovente, che anch'essa ci darebbe il suo spettro, che sarebbe composto d'un immenso numero di linee lucide. Lo spettro solare effettivo è il rovesciamento di quest'ultimo. Se noi potessimo osservare lo spettro dell'atmosfera gazosa del sole, che consisterebbe in linee lucide, separato dallo spettro prodotto dal nucleo rovente, nessuno vedrebbe troppa arditezza nel conchiudere dall'evidenza di linee lucide analoghe a quelle degli spettri del potassio, del sodio, del ferro, che nell'atmosfera del sole v'esistono il sodio il potassio, il ferro. Dietro al teorema pur ora riferito, non mi

pare che debbasi esitare a trarre questa conclusione dallo spettro tal quale noi l'osserviamo.

Finalmente l'Autore menziona ancora un fenomeno, il quale non è sicuramente di troppo grave momento, ma ha una certa importanza, perchè l'Autore prima lo dedusse dal suo teorema poi lo provò collo sperimento. Secondo la teoria, un corpo che assorbe più raggi polarizzati in un piano che non raggi polarizzati nel piano a questo perpendicolare, deve mandare nella medesima proporzione più raggi per emissione polarizzati, secondo la prima, che secondo la seconda direzione. Una lamina di tormalina a faccie parallele e arrotate parallelamente all'asse assorbisce a temperatura ordinaria maggior porzione de' raggi, che cadono normalmente sulla sua superficie, quando sono polarizzati parallelamente all'asse, che quando il sono ortogonalmente rispetto a questo. La tormalina ha ancora la medesima proprietà, quando è rovente, sebbene in molto minore grado, che a basse temperature. Perciò la luce che la tormalina manda in direzione normale alle sue faccie deve essere polarizzata parzialmente e ciò in un piano, che sta perpendicolare a quello, nel quale sono polarizzati i raggi, che attraversano la tormalina. E infatti l'esperienza ha dimostrato, che ciò è così.



INTORNO AD ALCUNI FENOMENI D'INDUZIONE ELETTRO-MAGNETICA OTTENUTI COLL'APPARATO DI RUHMKORFF; NOTA DI LUIGI MAGRINI, M. E.

(*Memorie del R. Istituto Lombardo* 10 *Maggio* 1860).

Una capitale Memoria fu, nel 1831, dal celebre Faraday pubblicata - *Sull'induzione elettrica delle correnti voltiane e del magnetismo* - ove si fa cenno eziandio della probabile in-

duzione di una corrente sul *proprio filo conduttore*. Il fisico inglese non trovava motivi per credere, che l'azione induttiva, esercitata da una corrente sopra un filo metallico vicino, non sia dalla medesima esercitata anche sul proprio filo; essendo anzi da ritenere simile azione più forte in questo caso, dacchè la distanza tra l'agente e la materia che la subisce è molto più piccola che nell'altro caso. Ma pare che egli allora trascurasse questa importante conseguenza del suo principio, per dare maggiore sviluppo a quelle che da esso più direttamente scaturivano.

Intorno all'argomento dell'induzione delle correnti sul loro filo conduttore, Faraday tornava più tardi, nel 1835, e con tale ricchezza d'esperimenti e di ragioni, da farlo sembrare perfettamente esaurito.

Nell'intervallo di tempo scorso fra le due Memorie, altri sperimentatori s'imbatterono in fatti attinenti intimamente allo stesso soggetto. Janken avvisava, potersi ricevere una scossa dalle due lastre di un elettro-motore elementare, mettendole in comunicazione per mezzo di un filo, rivolto spiralmente attorno un cilindro di ferro dolce; scossa che non si poteva in alcuna maniera ricevere facendole comunicare nel modo ordinario. Ma Jankin non si accorse dell'attinenza di questo fatto col principio della induzione, od almeno non la rilevò in guisa da prevenire Faraday nel suo secondo lavoro, ov'è citata l'osservazione di Jankin senza indicare il luogo e il tempo della sua pubblicazione, che io ignoro tuttora, e che mi lascia supporre essere stata dall'Autore comunicata al fisico inglese in via epistolare.

Nel maggio del 1832 usciva un articolo del Nobili, intitolato - *Nuovo condensatore elettro-dinamico* -, ove si fa conoscere, che da una sola coppia voltiana, colla superficie attiva di uno o due pollici, quando al circuito, stabilito mediante due corti fili attaccati alle lastre rame-zinco, si aggiunge una lunga spirale di filo di rame, si ottiene la scintilla nel momento e nel luogo della interruzione del circuito, mentre, senza interporvi la spirale, la scintilla non comparisce. Il Nobili credeva che, all'atto e nel luogo della interruzione del circuito, si operasse un condensamento della elettricità circolante, presumendo che

la scintilla, nel caso della spirale, derivasse dalla maggiore massa d'elettrico che, nel momento della interruzione, si trova nella intera lunghezza della spirale medesima, rispetto a quella esistente nel filo del breve circuito. Spiegava con ciò il perchè da un filo, il quale per la sua grande lunghezza fa perdere dei gradi di forza alla corrente, si abbia la scintilla che non si ottiene dal filo corto, benchè con questo la corrente manifesti maggiore intensità.

Nel Gennajo del 1833, assistendo io, all'Università di Padova, il Prof. Dal Negro in certi esperimenti, nei quali il filo comunicante coi poli di una pila era spiralmente avvolto attorno un pezzo di ferro dolce foggiato a ferro da cavallo, e lo convertiva perciò in calamita temporaria, mi avvisai di confrontare il vigore delle scintille che da un tal filo spirale potevano aversi, col vigore di quelle che se ne avevano cavandovi fuori il ferro dolce; ed avvertii che la presenza di questo aumentava l'effetto della scintillazione.

Lo stesso Prof. Dal Negro riferiva questa mia osservazione in una sua Memoria, che porta per titolo, - *Esperimenti diretti a confermare le nuove proprietà degli elettro-motori del Volta,* ec. - (1), nè lasciava di arrecarne eziandio il commento.

La scintilla infatti, che, nel caso succitato, si trae dalla spirale, è la risultante di tre scintille, che si manifestano simultaneamente, o si succedono a minimissimi intervalli di tempo: vale a dire, è dovuta e alla corrente idro-elettrica della pila, e alla corrente magneto-elettrica che ha luogo nell'istante in cui si smagnetizza il ferro dolce componente la calamita temporaria, e all'estra-corrente originata dalla reazione della corrente voltiana sul proprio filo conduttore.

Il fatto del Nobili e la mia osservazione campeggiano tra le cose fondamentali della Memoria di Faraday, come si può vedere anche nella *Biblioteca universale* di Ginevra del Giugno 1835: eppure invano vi si cercherebbe il nome dell'uno e dell'altro.

È questa una novella prova del bisogno che hanno gl'Italiani di farsi storici di sè medesimi, poco avendo a sperare

(1) Pubblicata nel 1833, coi tipi della Minerva, ed inserita negli *Annali delle scienze del regno Lombardo Veneto*, bim. III dello stesso 1833.

dalla cura degli stranieri. Dobbiamo perciò saper grado al Professor Gherardi, che ha rivendicato per noi la priorità dei fatti in una Nota inserita nel fascicolo di Maggio e Giugno 1837 del *Bullettino delle scienze mediche* di Bologna.

Nondimeno, ci crediamo in obbligo di osservare, che se lo stesso Faraday ha reso l'onore dell'origine delle sue ricerche, sull'argomento in discorso, al fatto avvertito da Jankin, con più ragione lo avrebbe reso ai fatti e relativi ragionamenti degli Italiani, qualora ne avesse avuta, come ne poteva avere, contezza. Giustizia vuole per altro che si dichiari, essere di lui solo il precipuo merito di avere prima d'ogni altro concepito, e poscia grandemente sviluppato, senza del tutto esaurirlo, cotesto argomento.

Mi è paruto necessario premettere questi cenni storici alla enunciazione di un fenomeno, che appartiene senza dubbio all'ordine delle azioni indotte, ma che ignoro sia stato da altri prima osservato.

Ecco il fatto:

Con un apparato di Rhumkorff si noti la rapidità delle vibrazioni dell'interruttore, il crepitío e lo splendore della scintillazione, sia nel caso in cui le due estremità della seconda spirale restino isolate, sia nel caso in cui si trovino fra loro in contatto metallico. Si vedrà che, nel primo caso, le vibrazioni riescono forti e rapidissime, come forti del pari e vivissime le scintille; nel secondo caso, quelle vibrazioni si fanno deboli e lente, e la scintillazione appare languidissima.

Per indagarne la ragione, si consideri che, all'atto in cui si chiude il circuito metallico della spirale formata con filo di rame grosso e corto, si sviluppa la polarità magnetica nel fascio centrale dei fili di ferro; si consideri che il sorgere di questa polarità induce nella stessa spirale una corrente in senso contrario a quella della pila, diminuendone la intensità, e quindi anche la forza magnetizzante; si consideri che, all'aprirsi del circuito per mezzo dell'interruttore, la polarità magnetica estinguendosi, eccita nella stessa spirale una corrente cospirante con quella della pila, donde la maggiore scintillazione all'atto e nel luogo in cui si apre il circuito medesimo.

Intanto che succedono questi fenomeni di azione e reazione

fra la corrente voltiana e la polarità magnetica, tra la polarità magnetica e il filo conduttore, altri fenomeni si manifestano nella seconda spirale di filo sottilissimo e lunghissimo.

La induzione magnetica genera anche in questa elica una corrente inversa, cioè opposta a quella della pila, qualora peraltro si chiuda metallicamente, vale a dire, allorchè con un arco metallico si mettano in buona comunicazione fra loro i due estremi dell'anzidetta spirale. Che se, all'opposto, si tiene aperta l'elica, essa subisce soltanto la *induzione statica*; e quindi il primo strato delle sue spire riceverebbe una tensione negativa, più forte che ogni altro strato successivo, nel caso che, per disposizione dei poli della pila, e della conseguente polarità magnetica, lo strato contiguo della spirale grossa, ossia del filo induttore, avesse acquistato una tensione positiva.

E poichè, fra i molti strati del filo indotto, ne sono interposti altrettanti di materia coibente, il loro complesso deve costituire una specie di condensatore, ove non può non rendersi dissimulata grande quantità di elettrico.

Il forte condensamento adunque di elettricità negativa nei primi strati della seconda spirale deve trattenere e rendere dissimulata altrettanta elettricità positiva nella sottoposta spirale di filo grosso, e in tutte le parti che vi si trovano in contatto, e, per conseguenza, nei liquidi e negli stessi truogoli della pila isolata, sebbene in minor copia nei siti più lontani dal fomite delle reazioni.

Premesse le quali cose, mi sembra venire spontanea la spiegazione, non solo del fenomeno che oggi assoggetto alle vostre considerazioni, ma di altri fenomeni ancora che presenta l'apparato di Ruhmkorff, e di cui ebbi l'onore di parlarvi in una adunanza dello scorso anno, senza potervene offrire allora una soddisfacente interpretazione.

Invero, quando sta chiuso il circuito della seconda spirale, vi si alternano le due correnti indotte, inversa e diretta, la prima delle quali reagisce sulla corrente della pila, diminuendone l'intensità, e quindi il potere magnetizzante. La polarità magnetica, per siffatta guisa indebolita, perde necessariamente della sua forza induttiva, e perciò l'estra-corrente, o non si genera, o si rende tenuissima. Se, per lo contrario, l'anzidetta spirale è

tenuta aperta, le correnti non vi hanno luogo, e l'elica si comporta invece come un buon conduttore isolato sotto un'azione induttiva, subendo reazioni non più *dinamiche*, ma *puramente statiche*. Epperò la corrente voltiana circolando nel filo conduttore con quasi tutta la sua efficacia (la reazione di essa sul proprio filo conduttore essendo debolissima relativamente a quella che vi esercita la sovrapposta spirale), magnetizza potentemente il fascio centrale dei fili di ferro; il quale, all'atto di perdere il suo vigoroso magnetismo, esercita pur esso una induzione molto energica sul medesimo filo induttore, e vi ingenera una corrente diretta, che, scorrendo insieme colla corrente voltiana, forma un gettito, che produce una più viva e crepitante scintillazione.

Da quest'analisi pertanto risulta, che devonsi distinguere le reazioni dinamiche dalle reazioni statiche; che le reazioni dinamiche hanno luogo nel caso del contatto fra gli estremi della spirale indotta, e le statiche nel caso del loro isolamento; che le prime diminuiscono l'intensità della corrente voltiana, e ne scemano, per conseguenza, il potere magnetizzante, affievolendone l'azione induttiva, sino ad estinguere l'estra-corrente; mentre la spirale indotta, rimanendo aperta, presta l'ufficio di un buon conduttore isolato, in prossimità di una sorgente elettrica: laonde, essendo isolata anche la pila, non si può non riconoscere nell'apparato di Ruhmkorff un potente condensatore, che ha una armatura nel filo indotto sottilissimo e lunghissimo, e l'altra nel filo induttore corto e grosso in relazione colla pila. Il coibente, che separa le due armature, sarebbe costituito e dalla seta che ricopre i fili, e dalla stoffa di gomma vulcanizzata che separa ed isola i diversi strati della spirale indotta, la quale, per la sua grande lunghezza, rappresenta un conduttore di moltissima capacità, e fa perciò l'ufficio di quella armatura, che, come in una boccia di Leida, si mette in comunicazione colla terra. Ed ecco la ragione per cui il capo esterno della spirale indotta, ossia la parte di essa ch'è più lontana dal fomite delle reazioni, apparisce allo stato naturale, o con una tensione debolissima, e sempre opposta alla forte tensione che s'incontra nel suo capo interno, origine del primo strato di detta *spirale* indotta, cioè dello strato più vicino al filo induttore. Ecco la

ragione per cui tra il capo interno della spirale indotta e un punto qualsiasi del filo induttore, o della pila, od anche di un suo truogolo, fosse pur di vetro, si ottiene una scarica, che manca affatto quando al capo interno si sostituisce l'esterno di detta spirale. Ecco la ragione per cui, all'atto di questa scarica, non si altera la corrente voltiana, sebbene lo stesso filo serva da eccitatore insieme e da reoforo.

Aggiungo un altro fenomeno che, se non è impreveduto per la causa, lo è forse per il modo onde si manifesta. Chiuso il circuito della spirale indotta per mezzo di un galvanometro moltiplicatore, è noto che, nelle circostanze ordinarie, l'ago magnetico non devia, ma subisce, sotto l'alternativa rapidissima delle correnti contrarie, una specie di tremito attorno la sua posizione naturale di equilibrio. Ma si obblighi l'ago a restare per qualche minuto secondo fuori di tale posizione sotto la scarica delle correnti indotte, e l'ago non vi ritornerà più, mantenendo, quasi ad indice fisso, una deviazione corrispondente alla forza della corrente indotta (per esempio, l'*inversa*), che sola l'avrebbe fatto deviare nello stesso senso. Si ripeta l'esperimento obbligando l'ago a restar fuori della posizione di equilibrio nel verso contrario, e si avrà deviazione a indice-fisso, come se operasse sola la corrente indotta *diretta*. In siffatta guisa mi sembra dimostrato, che le correnti elettriche e le azioni indotte obbediscono al moto preconcepito, ossia alla legge generale d'inerzia.

I fenomeni della induzione elettrica sono fra i più complessi e fra i più curiosi della fisica moderna, ma non tutti vennero peranco fra loro coordinati in modo soddisfacente. Il loro studio ci ha condotti in un nuovo orizzonte, in un campo ricchissimo di considerazioni e di ricerche. Gli effetti di cui oggi vi ho favellato, onorevoli colleghi, provano un'altra volta, che un buon conduttore può dare nello stesso tempo i fenomeni della elettricità statica e quelli della elettricità dinamica, senza che nè gli uni nè gli altri subiscano alterazione. Dissi un'altra volta, perciocchè nell'adunanza 6 Luglio 1854 dimostrai, con ripetuti esperimenti, che, mentre un conduttore metallico serve a scaricare una macchina o una batteria di Leida, serve eziandio a trasmettere contemporaneamente, e senza variazioni di sorta, la

corrente di una pila: facoltà applicata alla difesa dei telegrafi contro i danni della elettricità atmosferica (1).

Coll'antica ipotesi della fluidità elettrica non torna sì facile dar ragione di questo doppio e simultaneo ufficio; il quale si presenta invece come un corollario immediato del principio, d'altronde notissimo nella fisica meccanica, della sovrapposizione dei piccoli moti vibratorj.



RICERCHE SUI PESCI ELETTRICI; DI M. SCHULTZ.

(*Ann. de Sciences Naturelles*, T. XI. n. 6. p. 376).

Dopo i lavori di Hunter, Rodolphe Valentin, Savi, Wagner, Pacini ed altri sulla struttura dell'organo elettrico dei diversi pesci, la scoperta anatomica la più importante è quella dovuta a un naturalista tedesco, Billharz, fatta sul malapteruro elettrico del Nilo. Questa scoperta consiste nell'aver trovato in ogni cellula dell'organo elettrico di quel pesce una lamina di un tessuto particolare che è una continuazione immediata dei nervi.

Ciascuna di queste lamine è da una parte in unione immediata coi nervi, mentre l'altra superficie della lamina è libera; la posizione di queste lamine è determinata per ogni cellula e in ognuna di esse costantemente rivolta verso la stessa estremità del pesce.

Queste lamine sono chiamate da Billharz *lamine elettriche*. Schultz ha impreso a studiare di nuovo la struttura dell'organo nei diversi pesci elettrici ed è giunto ai resultati seguenti:

1º Negli organi elettrici dei tre pesci, torpedine, ginnoto, siluro o malapteruro esistono lamine delicatissime e trasparen-

(1) V. *Giornale dell'Istituto Lombardo*, tom. VI, fasc. 31 e 32, nuova serie.

ti di una sostanza omogenea, glutinosa, nella quale si riscontrano col microscopio alcune cellule o nuclei isolati. Queste lamine sono una continuazione diretta dei nervi che si distribuiscono nelle cellule, o piuttosto dell'*ezlinderaxis* delle fibre elementari, di cui sembrano avere la stessa composizione chimica. Queste sono le *lamine elettriche*.

2° Nel ginnoto e nel malapteruro una delle faccie di queste lamine è rivolta verso la testa e l'altra faccia verso la coda dell'animale; nella torpedine una faccia di ogni lamina guarda il ventre e l'altra faccia la schiena. Insomma la posizione delle lamine nel ginnoto e nel malapteruro è la stessa di quella dei diafragmi trasversi fibrosi; nella torpedine in cui questi diafragmi mancono, le lamine elettriche ne tengono il posto.

3° Una delle faccie della lamina elettrica è unita ai nervi che entrano nella cellula essendo l'altra faccia libera e in contatto di un tessuto mucoso. Nei tre pesci elettrici nominati la superficie della lamina che è in comunicazione coi nervi corrisponde sempre al polo negativo dell'organo: così nel ginnoto la faccia della lamina che è in comunicazione col nervo è verso la coda, nel malapteruro verso la testa e nella torpedine verso il ventre. Billhartz aveva creduto trovare che il nervo entra nella lamina per la faccia volta verso la coda. L'Autore spiegherebbe questa anamolia coll'aver trovato che le fibre elementari nervose giunte sulla faccia della lamina elettrica che guarda il polo positivo dell'organo la traversano per distendersi sulla faccia volta verso il polo negativo, come negli altri due pesci elettrici.

L'Autore si è occupato anche della composizione chimica dell'organo elettrico della torpedine, e crede di aver trovato nell'estratto acquoso una quantità abbondante di urea, della creatinina e dell'acido lattico. Pare che vi esista anche una quantità abbondante di sintonina o fibrina muscolare.



DELLA FORMOLA PROPOSTA DA *W. J. M. RANKINE* PER RAPPRESENTARE NUMERICAMENTE LA RELAZIONE FRA LA TENSIONE, LA TEMPERATURA E IL VOLUME DEL GAS ACIDO CARBONICO. RELAZIONE DEL M. E. DOMENICO TURAZZA, MEMBRO EFFETTIVO DELL'ISTITUTO VENETO DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI.

(*Estr. dal* Vol. V, Serie III. *degli Atti dell'Istituto stesso*).

1. Dopo che venne introdotta nella scienza la nuova teoria dinamica del calorico, dimostrando questa esistere un costante legame fra il lavoro dinamico sviluppato colla dilatazione di una qualunque sostanza e la quantità di calorico dispendiato, si rese necessario di cercare la dipendenza che esiste fra la tensione, la temperatura e il volume di quella sostanza; o almeno di trovare una formola empirica idonea a rappresentare il fatto medesimo, con sufficiente approssimazione, dentro i limiti fra i quali la detta sostanza può essere il più comunemente adoperata.

Una prima approssimazione pei gas si ottiene combinando le due leggi di Mariotte e di Gay-Lussach, per le quali, se esprimiamo con p la tensione, con v il volume e con t la temperatura contata al di sopra del ghiaccio che si fonde da un perfetto termometro centigrado, e con p_0 e v_0 la tensione e il volume a zero gradi, è

$$\text{(I)} \qquad \frac{p \, . \, v}{p_0 \, v_0} = 1 + \alpha \, . \, t$$

essendo α un coefficiente numerico riputato prima costante per tutti i gas, ma trovato poi non solo differente dall'un gas all'altro, ma anche nello stesso gas al variare delle particolari circostanze. Per verità le dette variazioni non sono grandissime, ma però sono già tali da desiderare un'approssimazione maggiore, in ispecialità volendo usare della detta dipendenza nelle molteplici applicazioni della teoria dinamica del calorico sopra accennata.

2. Numerose ed importantissime esperienze del Regnault,

mettendo fuor d' ogni dubbio il fatto qui in ultimo riportato, porgono anche il mezzo di valutare in ogni caso particolare le differenze risultanti dall' applicazione della regola di Mariotte e di Gay-Lussach, e ciò dentro limiti abbastanza estesi, specialmente per ciò che si riporta agli elementi p e v alla temperatura di 3° circa, e duole che molte più esperienze non si abbiano, intorno all' influenza del terzo importantissimo elemento, quello io vo' dire della temperatura. Se non che le dette esperienze porgono intanto il primo fondamento su cui basare la ricerca della predetta relazione e porgono il mezzo con cui recare una prima correzione alla regola, riconosciuta di già troppo scarsamente precisa, che si era seguita fin qui.

3. Fra tutti i gas quello che maggiormente devia dalla regola di Mariotte e di Gay-Lussach è il gas acido carbonico, ed è perciò quello appunto che più facilmente si presta al tentativo della ricerca di una formola empirica atta a rappresentarne i varii andamenti. Egli è ciò che si propose di fare il chiarissimo W. J. M. Rankine, proponendo a quest' uopo una sua formola sulla quale appunto io mi propongo di fissare in oggi, o chiarissimi Colleghi, la vostra attenzione, non senza azzardare una formola più appressimata, la quale potrà forse servire di scala a tentare lo stesso problema pegli altri gas, e principalmente per l' aria atmosferica.

4. I fatti che vennero messi in chiaro dalle esperienze di Regnault, per quanto spetta al gas acido carbonico, si possono riassumere nei seguenti:

1°. Un chilogramma di gas acido carbonico a 0° di temperatura, sotto la pressione di un' atmosfera, 760^{mm} di mercurio, alla latitudine di 48° 50' 14" e ad un' altezza di 60 metri circa sopra il livello del mare occupa un volume di

met. cub. 0,505719,

il volume quindi di un chilogramma del detto gas a 0° sotto la pressione di un' atmosfera, alla latitudine λ e ad un' altezza di h metri sopra il livello del mare sarà

$$\text{met. cub.}\ \frac{1+\dfrac{2.h}{6366198}}{1{,}976702\,(1-0{,}002837\,.\cos.2\lambda)}$$

2°. Ritenendo costante la pressione, il rapporto dei volumi occupati da una stessa massa di gas a 100° e a 0° cresce al crescere della pressione, come è mostrato dalla Tavola I.

3°. Prendendo una qualunque massa di gas a zero gradi e sotto una pressione originaria qualunque, ed elevandone la temperatura a 100 gradi, mantenendo costante il volume, il rapporto fra le pressioni a 100° e a 0° cresce al crescere della pressione originaria, ossia al diminuire dell' originario volume, e quindi al crescere della densità all' origine, com' è dimostrato nella Tavola II.

4°. Assoggettando una medesima massa di gas a data temperatura a differenti pressioni e misurandone i corrispondenti volumi, i rapporti esistenti fra i prodotti delle varie tensioni e dei corrispondenti volumi sono quelli esposti nella Tavola III.

5. A queste esperienze del Regnault si possono ora aggiungere anche quelle dei chiarissimi Thomson e Joule relative agli effetti termici dei fluidi in moto, che si trovano accennate ai paragrafi 69 e seguenti della mia Memoria sulla teoria dinamica del calorico, però sempre con grado di esattezza molto minore, attese le difficoltà inerenti alle medesime osservazioni. Per l' esame di queste esperienze rimando alla Memoria originale che trovasi nelle transazioni filosofiche della Società reale di Londra per gli anni 1853-1854; solo è qui mestieri il fare una qualche parola intorno alle riduzioni che convenne eseguire sulle medesime.

Il gas acido carbonico fatto scorrere dai sullodati Autori lungo il tubo non era intieramente puro, ma bensì commisto a qualche porzione d' aria atmosferica, e forse anche a qualche tenuissima quantità di vapore acqueo, il cui effetto però può essere trascurato senza tema di sensibile errore. Allo scopo di sceverare l' *effetto refrigerante* (vedi la mia Memoria) del gas acido carbonico da quello dell' aria, si può ricorrere con abbastanza approssimazione ai due seguenti principii; il primo dei quali è sufficientemente comprovato anche dalle stesse esperienze citate, e l' altro dalla teoria dinamica del calorico, come sarà or ora dimostrato.

(a) I calorici specifici dei due gas a volumi eguali sono

eguali; per cui ogni fluido prova nel miscuglio lo stesso effetto termo-dinamico assoluto come se l'altro fosse rimosso.

(b) L'effetto refrigerante è sensibilmente proporzionale all'eccesso delle pressioni. In base a questi principii in 100 parti di miscuglio sia

m la parte di gas; e quindi $100 - m$ la parte d'aria atmosferica,

x l'effetto refrigerante dovuto al gas per una differenza di pressioni Δ_1,

a l'effetto refrigerante dovuto all'aria atmosferica per una differenza di pressioni Δ,

δ l'effetto refrigerante osservato per una differenza di pressioni Δ_1,

a_1 l'effetto refrigerante dell'aria atmosferica per una differenza di pressioni Δ_1

sarà

(a) $$a_1 = a \cdot \frac{\Delta_1}{\Delta}$$

e

(b) $$x = \frac{100 . \delta - (100 - m)\, a_1}{m}$$

Applicando queste formole alle esperienze originali e riducendo le pressioni in atmosfere, si formerà facilmente la Tavola IV, in cui si trovano registrati i risultamenti ridotti delle esperienze medesime.

6. Le esperienze di Regnault, mostrando che i gas in genere sempre più tendono a soddisfare alla regola di Mariotte e di Gay-Lussach quanto è più alta la loro temperatura e quanto più sono espansi, così le deviazioni della detta regola si dovranno fare sempre minori quanto sono più grandi la temperatura e il volume. In base a questa osservazione, allo scopo di rappresentare numericamente i fatti precedentemente riportati, il sig. M. Rankine propose, già è qualche tempo, e ripropone ora nel fascicolo di Aprile del 1858 del *Philosophical Magazine* la formola seguente:

(II) $$\frac{p . v}{p_0 . v_0} = \frac{T}{T_0} - \frac{a}{T_0} \cdot \frac{v_0}{v} ,$$

dove, ridotto tutto in misura metrica, è

T = temperatura assoluta; assai prossimamente $274^\circ + t^\circ$, essendo t° il numero dei gradi indicati da un esatto termometro centigrado ad aria.

$T_0 = 274^\circ$; temperatura assoluta del ghiaccio che si fonde.

p e v pressione e volume della massa uno, un chilogramma di gas alla temperatura t.

p_0 = un' atmosfera: se p si valuta in millimetri di mercurio sarà $p_0 = 760$, se in atmosfere sarà $p_0 = 1$.

v_0 = volume che occuperebbe un chilogramma di gas acido carbonico a 0° e sotto la pressione di un' atmosfera se fosse un gas perfetto, valutato nella stessa unità di v; se v si valuta in metri cubici sarà $v_0 = 0{,}50939$.

a un numero di gradi centigradi, è precisamente $1^\circ{,}9$.

Pel confronto della formola coi fatti precedentemente riportati si ricaveranno facilmente dalla medesima le seguenti:

$$(c) \quad v = \frac{1}{2} v_0 . \frac{p_0}{p} . \frac{T}{T_0} . \left\{ 1 + \sqrt{\left(1 - 4 . \frac{a}{T} . \frac{T_0^2}{T^2} . \frac{p}{p_0}\right)} \right\},$$

$$(d) \quad \frac{p}{p_0} = \frac{T}{T_0} . \frac{v_0}{v} - \frac{a}{T} . \left(\frac{v_0}{v}\right)^2,$$

$$(e) \quad \frac{p_1 v_1}{p_2 v_2} = \frac{1 + \sqrt{\left\{1 - 4 . \frac{a}{T} . \frac{T_0^2}{T^2} . \frac{p_1}{p_0}\right\}}}{1 + \sqrt{\left\{1 - 4 . \frac{a}{T} . \frac{T_0^2}{T^2} . \frac{p_2}{p_0}\right\}}}.$$

e per le esperienze di Thomson e Joule, sostituendo il precedente valore di p nella formola XXIV della mia Memoria sulla teoria dinamica del calorico Capitolo VI, detto δ l' effetto refrigerante corrispondente ad un chilogramma di gas acido carbonico alla temperatura assoluta T e scorrente pel tubo passando dalla pressione p_1 alla p_2 sarà

$$(f) \quad \delta = \frac{3}{2} . \frac{A p_0 v_0}{K_p} \left(\frac{T}{T_0}\right) \left\{ \sqrt{\left(1 - 4 . \frac{a}{T} . \frac{T_0^2}{T^2} . \frac{p_2}{p_0}\right)} - \right.$$

$$\left. - \sqrt{\left(1 - 4 . \frac{a}{T} . \frac{T_0^2}{T^2} . \frac{p_1}{p_0}\right)} \right\},$$

ossia, con sufficiente approssimazione

$$(g)\quad \delta=\frac{3}{2}\cdot\frac{Ap_0v_0}{K_p}\cdot\frac{a}{T}\cdot\frac{T_0}{T}\frac{p_1-p_2}{p_0}\left\{1+\frac{a}{T}\cdot\frac{T_0^2}{T^2}\cdot\frac{p_1+p_2}{p_0}\right\}$$

dove A rappresenta l'equivalente calorifico, cioè $\frac{1}{424}$, e K_p la capacità a pressione costante, cioè 0,2210; p_0v_0 dovendo poi essere ridotto in lavoro dinamico sarà

$$\frac{3\,A\,p_0v_0}{K_p}=168{,}468\,.$$

7. I confronti fra i risultamenti somministrati da questa formola e quelli effettivamente osservati si troveranno nelle colonne II. delle Tavole V, VI, VII, VIII. Le colonne III contengono invece i confronti fra le sperienze e i risultamenti della precedente formola, nella quale si sono variati alcun poco i valori di a e v_0, prendendo invece

$$a=1^{\circ}{,}7598 \quad \text{e} \quad v_0=0{,}50901$$

nel qual caso è

$$\frac{3\,A\,p_0v_0}{K_p}=168{,}341\,.$$

Esaminando le tavole stesse è facile vedere la giustezza delle seguenti osservazioni.

Gli elementi dei quali si compone la formola proposta, i quali sono certamente costanti, ma pei quali può sussistere ancora una qualche incertezza, sono T_0 e v_0. Il T_0, che corrisponde al numero di gradi centigradi a cui comincia la fusione del ghiaccio valutati dallo zero assoluto di temperatura, è tuttora incerto; noi abbiamo mostrato nella teoria dinamica del calorico che il suo valore probabile è 273°,7 con errore medio di 0°,25; il valore dunque di 274° usato nella formola sembra per questa parte abbastanza prossimo al vero, nè poter essere nemmeno notabilmente alterato dalle future esperienze. Lo stesso non può dirsi del v_0 la cui determinazione dipende dalla

formola della quale si fa uso per rappresentare la relazione fra la tensione, il volume e la temperatura di una data massa di gas, e che non ha in sè niente di esattamente definito; esso si risente di tutti i dubbi che possono muoversi alla formola stessa.

Le esperienze di Regnault mostrano che la deviazione dalla legge di Mariotte e Gay-Lussach, oltre impiccolirsi col crescere della temperatura e del volume, sembra poi annullarsi a data temperatura; varia questa secondo i varii gas, e a data espansione, dopo di che, come nell'idrogeno, muta il segno; il termine quindi che la rappresenta dovrebbe essere tal funzione di T e v, che oltre al diminuire col crescere di T potesse farsi zero per un valore particolare della detta quantità, e poi mutare di segno. Si potrà ammettere, è vero, che pel gas acido carbonico questo limite sia molto distante, e che piccola variazione possano portare al termine stesso le non grandi variazioni di temperatura delle varie esperienze; allora il numero a potrà essere assunto come indipendente dalla temperatura dentro i limiti delle ordinarie esperienze, le quali sono qui ristrette fra i limiti di 0° e 100°.

I confronti colle esperienze mostrerebbero ancora a non del tutto indipendente dagli altri due elementi; infatti nelle tavole V e VI gli errori sono tutti del medesimo segno, e la variazione proposta nei valori numerici di a e v_0 rendendo più piccoli gli errori non ne muta però il senso. Nella tavola VII assumendo il valore di $a = 1°,9$ tutti i valori calcolati, eccetto il primo, sono più grandi del giusto, laddove invece col valore $a = 1°,76$ i valori calcolati sono più piccoli del giusto fino alle pressioni di 5 atm. origin. e 15 finale circa, e sono poi tutti più grandi del giusto per pressioni crescenti; locchè indica una manifesta influenza delle pressioni. La tavola VIII. tanto potrebbe accennare ad un valore di a più grande dei precedenti, al che si opporrebbero le esperienze precedenti, quanto ad un valore più grande di $\frac{A}{K_p}$, su di che difficilmente si potrebbe rispondere attesa l'incertezza che tuttora sussiste sulla determinazione di A e K_p.

Dopo ciò sembra potersi conchiudere essere la formola di Rankine sufficientemente accettabile come espressione della cer-

cata relazione fra la tensione, il volume e la temperatura del gas acido carbonico fra temperature non molto eccedenti 100° e pressioni non superiori a 20 in 25 atmosfere, considerandola principalmente come formola, la quale non tiene conto che del primo termine della serie mediante cui si potrebbe esprimere più approssimativamente la detta relazione. Gli errori, guardando specialmente alle esperienze di Regnault, si faranno minori se invece dei valori di a e v_0 dati dal Rankine si userà dei valori da noi posti in principio del presente paragrafo.

8. Volendo tentare di tener conto di un termine di più della serie, si potrebbe porre

$$\text{(III)} \quad \frac{p \cdot v}{p_0 \cdot v_0} = \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{T}_0} - \frac{a}{\mathrm{T}} \cdot \frac{\mathrm{T}_0}{\mathrm{T}} \cdot \frac{p}{p_0} - \left(\frac{b}{\mathrm{T}}\right)^2 \left(\frac{\mathrm{T}_0}{\mathrm{T}}\right)^2 \cdot \left(\frac{p}{p_0}\right)^2$$

e dalle esperienze di Regnault si avrebbe

$$v_0 = 0{,}50873$$

$$a = 1^{\circ}{,}59 \quad ; \quad b = 2^{\circ}{,}846 \, .$$

Dalla (III) si ricaverebbero poi facilmente le formole seguenti:

$$\text{(IV)} \quad \frac{v}{v_0} = \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{T}_0} \cdot \frac{p_0}{p} - \frac{a}{\mathrm{T}} \cdot \frac{\mathrm{T}_0}{\mathrm{T}} - \left(\frac{b}{\mathrm{T}}\right)^2 \left(\frac{\mathrm{T}_0}{\mathrm{T}}\right)^2 \cdot \frac{p}{p_0} \, ,$$

$$\text{(V)} \quad \frac{p}{p_0} = \frac{\mathrm{T}}{\mathrm{T}_0} \cdot \frac{v_0}{v} - \frac{a}{\mathrm{T}} \cdot \left(\frac{v_0}{v}\right)^2 - \left\{ \left(\frac{b}{\mathrm{T}}\right)^2 - \left(\frac{a}{\mathrm{T}}\right)^2 \frac{\mathrm{T}_0}{\mathrm{T}} \right\} \left(\frac{v_0}{v}\right)^3 .$$

I confronti di queste formole colle esperienze si troveranno nelle colonne III. delle tavole V, VI, VII, dove si scorge che se vi ha un vantaggio, questo però non è molto grande, e questo perchè la serie non è, assai probabilmente, molto convergente.

Per verità i valori di a e b non furono qui determinati che sopra alcune esperienze soltanto; assai probabilmente gli errori si farebbero almeno assai più regolari determinando i medesimi col metodo dei minimi quadrati, facendo concorrere alla loro

determinazione tutte le esperienze, ma io non ho creduto di far questo, non avendo qui altra mira che di un semplice tentativo allo scopo di trovare una via per la teoria dei gas, e principalmente dell' aria atmosferica, con cui poter tentare la soluzione de' varii problemi che implica l' applicazione della teoria dinamica del calorico alle macchine termo-dinamiche; locchè mi propongo di esporvi in altra occasione.

TAVOLA I.

NUMERO PROGRESSIVO	TENSIONE IN ATMOSFERE	VALORE DI $\frac{v_{100}}{v_0}$
1	0,9948	1,37100
2	3,3158	1,38455

TAVOLA II.

NUMERO PROGRESSIVO	TENSIONE A 0° IN ATMOSFERE	TENSIONE A 100° IN ATMOSFERE	$\frac{p_{100}}{p_0}$
1	0,99799	1,3612	1,36856
2	1,00000	1,3689	1,36891
3	1,18564	1,6188	1,36943
4	2,293060	3,1417	1,37523
5	4,72246	6,2619	1,38598

TAVOLA III.

N°. PROGRESSIVO	TEMPERATURA IN GRADI CENTIGR.	PRESSIONE INFERIORE IN ATMOSF. p_1	PRESSIONE SUPERIORE IN ATMOSF. p_2	RAPPORTO DEI VALORI $\frac{v_1}{v_2}$	RAPPORTO DELLE PRESSIONI $\frac{p_2}{p_1}$	VALORI DI $\frac{p_1 v_1}{p_2 v_2}$
1	3°,28	1,0062	1,9963	1,99947	1,98390	1,00785
2	3°,31	1,8598	3,6685	1,99854	1,97322	1,01283
3	3°,32	2,8481	5,5884	1,99987	1,96215	1,01922
4	3°,65	4,1921	8,1641	2,00360	1,94773	1,02868
5	3°,65	4,1919	14,5332	3,74857	3,46694	1,08123
6	3°,65	4,1909	15,1671	3,93530	3,61903	1,08730
7	3°,56	5,0097	9,6829	2,00008	1,92278	1,03482
8	3°,56	5,0097	14,7320	3,16658	2,97993	1,07638
9	3°,20	6,4178	12,2793	2,00095	1,91382	1,04554
10	3°,20	6,4179	18,9170	3,26396	2,94750	1,10736
11	3°,20	6,4171	19,0506	3,29138	2,96918	1,10851
12	3°,16	8,9739	16,8308	1,99955	1,87554	1,06612
13	3°,16	8,9739	26,6900	3,50455	2,97688	1,17726
14	3°,15	11,0460	20,3723	2,00016	1,84431	1,08449
15	3°,15	11,0456	27,2895	2,88120	2,46662	1,16807
16	2°,68	12,6552	22,9632	1,99561	1,81469	1,09965
17	2°,68	12,6545	37,2895	2,49036	2,15635	1,15489

Temperatura media 3°,27.

TAVOLA IV.

N. PROGRESSIVO	PRESSIONE ANTERIORE IN ATMOSFERE	PRESSIONE POSTERIORE IN ATMOSFERE	TEMPERATURA DEL BAGNO IN GRADI CENTIGRADI	EFFETTO REFRIGERANTE IN GRADI CENTIGRADI
1	2,2927	0,9796	19°,986	1°,381
2	1,3965	0,9846	18°,969	0°,451
3	3,5170	0,9832	19°,082	2°,678
4	5,1245	1,0016	12°,844	3°,049
5	6,1048	0,9987	21°,615	3°,478

TAVOLA V.

NUMERO PROGRESSIVO	I		II		III	
	$\frac{v_{100}}{v_0}$ calcolato coi numeri di Rankine		$\frac{v_{100}}{v_0}$ calcolato coi nuovi numeri		$\frac{v_{100}}{v_0}$ calcolato colla seconda formola	
	VALORE	ERRORE PROPORZ.	VALORE	ERRORE PROPORZ.	VALORE	ERRORE PROPORZ.
1	1,37077	+0,00017	1,37034	+0,00047	1,3700	+0,0008
2	1,38041	+0,00296	1,38358	+0,00070	1,3826	+0,0013

TAVOLA VI - A -

NUM. PROGRESSIVO	I		II		III	
	p_{100} calcolato coi numeri di Rankine		p_{100} calcolato coi nuovi coefficienti		p_{100} calcolato colla seconda formola	
	VALORE	ERRORE PROPORZ.	VALORE	ERRORE PROPORZ.	VALORE	ERRORE PROPORZ.
1	1,36665	—0,00395	1,36631	—0,00377	1,36607	—0, 0036
2	1,36940	—0,00036	1,36910	—0,00014	1,36875	+0,00013
3	1,62461	—0,00369	1,62415	—0,00331	1,62359	—0,00296
4	3,15384	—0,00386	3,14784	—0,00195	3,15026	—0,00277
5	6,55076	—0,04615	6,54250	—0,04481	6,55060	—0, 0442

TAVOLA VI - B -

NUMERO PROGRESSIVO	I		II		III	
	$\frac{p_{100}}{p_0}$ coi coefficienti di Rankine		$\frac{p_{100}}{p_0}$ coi nuovi coefficienti		$\frac{p_{100}}{p_0}$ calcolato colla seconda formola	
	VALORE	ERRORE PROPORZ.	VALORE	ERRORE PROPORZ.	VALORE	ERRORE PROPORZ.
1	1,3694	—0,0006	1,3684	+0,0002	1,3688	—0,0002
2	1,3694	—0,0004	1,3690	—0,0001	1,3687	+0,0002
3	1,3703	—0,0007	1,3698	—0,0003	1,3694	0
4	1,3754	—0,0001	1,3729	+0,0017	1,3758	+0,0010
5	1,3872	—0,0009	1,3854	+0,0004	1,3846	+0,0011

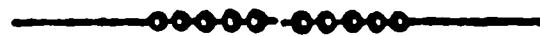
TAVOLA VII.

Numero progressivo	I		II		III	
	$\frac{p_1 v_1}{p_2 v_2}$ coi coefficienti di Rankine		$\frac{p_1 v_1}{p_2 v_2}$ calcolato coi nuovi coeffic.		$\frac{p_1 v_1}{p_2 v_2}$ calcolato colla seconda formola	
	Valore	Errore proporz.	Valore	Errore proporz.	Valore	Errore proporz.
1	1,00685	+0,00098	1,00634	+0,00149	1,00594	+0,00189
2	1,01290	—0,00007	1,01189	+0,00093	1,01140	+0,00141
3	1,02026	—0,00102	1,01869	+0,00052	1,01881	+0,00040
4	1,03091	—0,00216	1,02814	+0,00052	1,02876	+0,00008
5	1,09263	—0,01036	1,08113	+0,00009	1,08650	—0,00487
6	1,09686	—0,00869	1,08709	+0,00028	1,09320	—0,00533
7	1,03754	—0,00262	1,03412	+0,00067	1,03539	—0,00055
8	1,08364	—0,00862	1,07712	—0,00071	1,08260	—0,00578
9	1,04986	—0,00414	1,04528	+0,00023	1,04800	—0,00235
10	1,12185	—0,01309	1,10904	—0,00151	1,11940	—0,01079
11	1,12356	—0,01359	1,11052	—0,00182	1,12080	—0,01080
12	1,07484	—0,00818	1,06726	—0,00107	1,07369	—0,00710
13	1,21980	—0,03606	1,19019	—0,01098	1,21015	—0,02792
14	1,09851	—0,01290	1,08742	—0,00271	1,09727	—0,01172
15	1,21071	—0,03651	1,18113	—0,01118	1,20010	—0,02740
16	1,11872	—0,01755	1,10505	—0,00490	1,11630	—0,01513
17	1,18807	—0,02872	1,16762	—0,01102	1,18340	—0,02468

TAVOLA VIII.

NUMERO PROGRESSIVO	I. Effetto refrigerante calcolato coi coeffic. di Rankine		II. Effetto refrigerante calcolato coi secondi coefficienti		III. Effetto refrigerante calcol. colla seconda formola	
	VALORE	ERRORE PROPORZ.	VALORE	ERRORE PROPORZ.	VALORE	ERRORE PROPORZ.
1	1°,357	+ 0,017	1°,254	+ 0,092	1°,180	+ 0,143
2	0°,429	+ 0,049	0°,396	+ 0,122	0°,369	+ 0,181
3	2°,663	+ 0,009	2°,451	+ 0,085	2°,548	+ 0,122
4	4°,558	+ 0,065	4°,207	+ 0,167	4°,154	+ 0,181
5	5°,421	+ 0,016	5°,165	+ 0,091	5°,022	+ 0,131

Osservazione. La formola proposta terrebbe queste ultime osservazioni sull'effetto refrigerante assai più vicine al vero o coll'aumentare $\frac{A}{K_p}$ nel rapporto di 1 ad 1,18, o coll'aumentare a nello stesso rapporto, oppure coll'aumentare in questo rapporto $\frac{A \cdot a}{K_p}$; nè sarebbe difficile che una migliore determinazione di a, ed ulteriori esperienze relativamente ad A ed a K_p rendessero infatti questi ultimi valori assai più probabili.



SULLO SPETTRO SOLARE; DEL PROF. KIRCHHOFF.

(*Zeitschrift fur Chemie etc. etc. Erlanger 1860*).

L'Autore dopo aver esposte le differenze che passano fra lo spettro solare e gli spettri di altre luci osserva che le linee nere di Frauenhofer devono attribuirsi o alla mancanza di raggi d'un certo colore, o all'essere alcuni raggi soggetti più che altri ad essere assorbiti dalla nostra atmosfera. Si sà che alcune delle linee di Frauenhofer sono più distinte allorchè il sole è prossimo all'orizzonte, cioè quanto più è grande l'assorbimento dei raggi per la maggior lunghezza dello strato aereo. Vi sono però altre linee di Frauenhofer che non variono qualunque sia la posizione del sole, che perciò devono dipendere dalla luce solare. Qui l'Autore ricorda l'osservazione fatta sullo spettro di una fiamma di candela nel quale si vedono apparire delle linee splendenti nei punti dove esistono le linee nere dello spettro solare, mettendo un poco di sal marino nella fiamma. Onde paragonare lo spettro solare collo spettro dovuto a fiamme colorate l'Autore opera nello stesso tempo sopra luce solare e sopra luce di una fiamma colorata dal sal comune. La luce solare essendo debolissima si vedevano nello spettro le linee splendenti dovute alla presenza del sodio. Accrescendo via via la luce solare apparve in luogo della linea splendente la linea nera D di Frauenhofer, se non che questa linea era resa molto più intensa dalla presenza della luce della fiamma.

Da questo fenomeno l'Autore conclude: 1° che la fiamma in cui è il sale, indebolisce particolarmente i raggi aventi lo stesso colore che i raggi propri: 2° che anche nelle linee oscure dello spettro solare vi è luce, ma che questa è più debole che nei raggi vicini.

Da queste conclusioni era indotto l'Autore a cercare se usando una luce artificiale molto intensa nel cui spettro non sia la linea nera D, si potesse far sorgere questa linea coll'aggiunta della luce di una fiamma colorata dal sale: e l'esperienza cor-

rispose. Egli usò da' prima un raggio proveniente dalla così detta luce Drummond, nel cui spettro non esiste la doppia linea oscura D, che è nello spettro solare: questa doppia linea comparve aggiungendo la luce della fiamma colorata dal sale.

L'Autore conclude da questa esperienza e dalla coincidenza delle linee scure e splendenti, che la causa della linea nera D dello spettro solare deve essere la presenza del sodio nell'atmosfera luminosa del sole.

Da un'altra esperienza fatta sullo spettro di una fiamma colorata col litio l'Autore deduce, come lo ha fatto per il sodio che il litio esiste nell'atmosfera solare. Il principio da cui parte è dunque quello di studiare gli spettri delle fiamme colorate con certi sali e di cercare se in questi spettri vi sono delle linee luminose nei luoghi stessi occupati dalle linee nere dello spettro solare.



SELCI LAVORATE, OGGETTI IN BRONZO, ED IN LEGNO, TROVATI NELLA TORBIERA DI MERCURAGO PRESSO ARONA; DI B. GASTALDI.

Da alcuni anni parecchi distinti Geologi si occuparono a cercare nuovi fatti e scoprire nuovi elementi di discussione, che possano guidarci a risolvere la questione se i primi uomini abbiano vissuto assieme ad alcuno dei grandi animali di cui è formata la più recente fauna fossile, al mammoretto, per esempio, all'orso delle caverne ec.

Il bisogno di risolvere tale questione fa sì che lo studio dei resti lasciatici dalle razze umane, che vissero in epoche delle quali non è conservata memoria nè nella storia, nè nelle tradizioni cessa di essere una specialità dell'Archeologo ed entra nella cerchia del campo geologico.

É infatti interessantissima, sia sotto all'aspetto archeologico, che geologico la scoperta or sono alcuni anni fatta presso

Abbeville, ed Amiens di selci lavorate, frammiste ad ossa dell'*Elephas primigenius*, e del *Rhinoceros Tichorhinus*, e non solo di alto interesse, ma affatto concludente dovrebbe considerarsi tale scoperta se ci fosse dato, come pare lo sia di escludere ogni sospetto, che quei resti di animali spenti potessero già essere fossili quando le acque rimaneggiandoli, li stratificarono assieme ai grossolani risultati dell' industria delle razze primitive,

Coteste selci lavorate, cioè freccie, lancie, ascie, seghe, scaglie, ec. sono certamente i più antichi oggetti archeologici, che noi conosciamo, e segnano, se non l'apparizione dell'uomo sulla terra, i primi passi almeno che esso fece nello sviluppo delle sue facoltà intellettuali, i primi risultati da lui ottenuti nel cercare di soddisfare a' suoi bisogni. Esse segnano, in altri termini, l'epoca così detta della *pietra*.

Residui di tale epoca furono testè scoperti dal Barone Anca in alcune caverne della Sicilia, e consistono in un grandissimo numero di ascie formate di roule vulcaniche, frammiste ad ossa di elefante, di rinoceronte, di jena ec.

Parecchi anni sono i miei amici sigg. Toschi, e Scarabelli di Imola mi assicurarono, se la memoria non m'inganna, che nella loro provincia frequenti incontransi, a poca profondità al disotto del suolo, selci lavorate in forma di punte di freccia. Più recentemente poi il sig. Horel trovò buon numero di tali freccie in alcune caverne dei dintorni di Mentone, e finalmente, per venire a parlare del Piemonte propriamente detto il sig. Commend. A. Sismonda presentava all'Accademia delle Scienze di Torino, nella seduta del 22 scorso Aprile alcune punte di selce tagliate in forma di freccia, donategli dal sig. Prof. Moro, e provenienti dalla torbiera di Mercurago presso Arona.

Egli è di alcuni altri oggetti, lavorati dall'uomo e provenienti dalla stessa località, che faremo cenno in questa breve notizia.

Unitamente alle punte di freccia furono trovati nella torbiera di Mercurago, e ad un metro circa di profondità nella massa stessa della torba, frammenti di vasi di terra, e di pietra ollare, ciottoli lavorati, un canotto formato di un tronco di albero scavato, un' àncora, una punta di gravellotto, ed uno spillone di bronzo.

La presenza di questi ultimi due oggetti basta per assicurarci, che l'assieme di tutti quelli trovati nella torbiera appartiene all'epoca del *bronzo*.

I vasi sono formati di una pasta che è un composto di argilla, e di frantumi di quarzo, e feldispato, il colore bianco dei quali contrasta col nero dell'argilla stessa, essendo stati i vasi, a quanto pare, cotti alla semplice fiamma; essi d'altronde furono costrutti senza il sussidio del torno.

Non ostante le cure, che, in seguito alle calde raccomandazioni del sig. Prof. Moro di Arona, si ebbero per estrarre, e conservare intero il canotto esso non tardò a disfarsi, staccatesi per l'innoltrata macerazione le pareti laterali e screpolatosi in striscie longitudinali il fondo stesso mentre essicava; questo canotto era lungo 1,^{m}90 largo 0,^{m}60 circa e profondo 0,^{m}30. Quando io lo vidi, pochi giorni fa, potevansi ancora scorgere, sul fondo d'esso, larghe traccie lasciate dallo strumento, che fu adoperato nello scavarlo.

L'àncora, che fu scoperta or sono due anni a qualche metro di distanza dal canotto, era di legno; lunga più di un metro, essa terminava, da una parte in due uncini, e dall'altra era forata per ricevere la corda. Come il canotto, quest'àncora andò guasta e perduta, e la stessa sorte toccherà a qualunque oggetto di legno si scopra, a motivo della profonda alterazione che il legno sofferse pel soggiorno di tanti secoli nell'acqua.

Oblonga è la forma della torbiera o per meglio dire dell'antico lago (poichè tale ancora era sul principio dell'andante secolo) di Mercurago e tutti gli oggetti di cui ho fatto menzione si trovarono in un ristretto spazio all'estremità N, a circa 40 metri dalla sponda, ed in un sito in cui l'acqua poteva avere al più 2 o 3 metri di profondità. In questo stesso spazio si scoprì, pochi giorni sono una serie di grossi pali (del diametro di 0,^{m}15 a 0,^{m}25) infissi verticalmente nel suolo sottostante alla torba, all'eccezione però di due, che rotti al piede giacevano orizzontali. La loro lunghezza è di 1,^{m}60 incirca, sono profondamente conficcati nel limo grigio, di cui è composto il suolo della torbiera e si elevano per un metro circa della loro altezza nella massa della torba, la quale li copre ancora per un metro circa di spessore.

Graziosamente avvertito dal sig. Prof. Moro di questa scoperta io mi recai secolui a Mercurago. L'intelligente direttore dei lavori della torbiera, il sig. Maffei aveva fatto estrarre, con molta diligenza uno di questi pali, e potemmo persuaderci, che l'istromento adoperato per aguzzarlo doveva avere il taglio in forma di arco poichè le traccie da esso lasciate sono sensibilmente concave.

Il numero dei pali sinora scoperti è di 9 ed essi sono disposti nel seguente modo:



a pali piantati verticalmente.

b pali giacenti orizzontalmente perchè rotti al piede.

Cotesta serie di pali impiantati e disposti regolarmente, gli oggetti che a poca distanza da essi si trovarono fanno supporre che nel piccolo lago di Mercurago sieno esistite abitazioni lacustri del genere di quelle scoperte nel 1854 e successivi anni nei laghi della Svizzera, sulle quali, e sugli utensili, e strumenti, che attorno ad esse si trovarono, si è molto poi scritto in questi ultimi tempi dai dotti di quel paese (1).

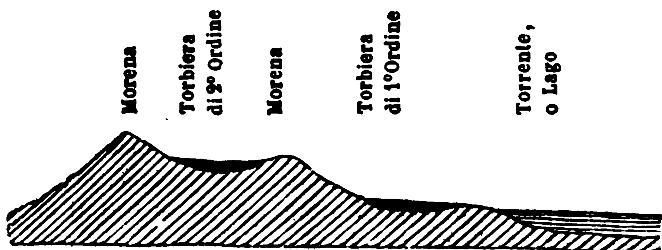
Pare appartengano altresì all'epoca del *bronzo* alcuni vasi che a piccola profondità, incontransi nel dissodare i boschi in una regione chiamata il *Pennino* collina morenica, che dalle alture di Mercurago si estende sino a Borgo Ticino. Questi vasi, o pignatte sono formati della stessa pasta nera tempestata di granelli di quarzo, della quale constano quelli, che si trovano nella torbiera, e contengono per lo più ossa carbonizzate e qualche volta oggetti in rame. Due di questi, una smaniglia cioè, ed un piccolo utensile, di cui ignoro la destinazione, io ebbi in dono dal sig. Moro, il quale li aveva egli stesso trovati in una di quelle pignatte. Seppi poi da alcuni lavoratori, che anni sono si scoprirono in un sol gruppo 18 di tali vasi e che ciascuno posava sopra una lastra di pietra ed era coperto da una consimile lastra.

Nelle vicine torbiere di Borgo Ticino, che io non potei visitare a motivo del cattivo tempo, si trovarono altresì freccie di selce e frantumi di terraglie. Ho però visitato sulla riva Lombarda la vastissima torbiera di Angera (300 ettare circa) e seppi, che all'eccezione di alcuni pezzi di canotto, non furono in essa incontrati prodotti dell'industria umana. Vi si trovano però frequentemente tronchi di larice, mentre nella torbiera di Mercurago abbondano le betule, gli olmi, e non sono rari i frutti del nocciuolo.

Tutte le torbiere del Piemonte di qualche importanza sinora coltivate sono torbiere moreniche, esse trovansi cioè nel perimetro delle nostre gigantesche morene e possono dividersi in due categorie. Quelle di Mercurago. di Oleggio-Castello, di Bor-

(1) Vedi in proposito le Memorie del sig. Keller negli Atti della Società degli Antiquarii di Zurigo, e l'eccellente lavoro *Etudes-Géologico-Archéologiques* pubblicato dal sig. Morlot nel Bulletin de la Société Vandoise des Sciences Naturelles.

go Ticino presso Arona, come quelle di Alice, di Meugliano di S. Martino presso Ivrea trovansi in bacini anzi che no ristretti ed elevati sul dosso della Morena, ad altezza più o meno considerevole al dissopra del fondo della valle. Mentre quelle di Avigliana, di Trana (presso Rivoli) e di Angera (sul Verbano) occupano bacini molto estesi ed elevati di pochi metri al disopra del torrente, che scorre nella valle, o del lago, che ne occupa il fondo. Le prime possono chiamarsi torbiere di second'ordine, e di prim' ordine le seconde.



Le ricerche ch' io ebbi la ventura di iniziare nello scorso Maggio col sig. Prof. Desor nei dintorni di Arona furono rivolte a scoprire resti di abitazioni lacustri lungo le sponde di quella parte del Verbano, che a valle di Angera ed Arona si estende sino a Sesto-Calende, ove il Ticino riprende il suo corso. Le indicazioni favoriteci dal sig. Prof. Moro e quelle che raccogliemmo da alcuni pescatori ci avevano fatto sperare di riescire ma le acque in questa stagione sempre alte, mandarono a vuoto le nostre speranze. Ventura volle che ciò noi cercavamo nel Verbano venisse scoperto nella vicina torbiera, in condizioni più favorevoli per lo studio. Tale scoperta è dovuta interamente al sig. Moro il quale nel comunicarmele, volle altresì graziosamente donarmi tutti gli oggetti, di cui ho fatto qui sopra parola; essi quantunque in piccolo numero, sono destinati a formare il nucleo della futura raccolta celtica del Piemonte. Si è perciò ch' io non li considero come miei; ma bensì del pubblico, e rivolgendomi a tutte le persone che vorranno occuparsi o si troveranno in caso di fare qualche scoperta dell' ordine di quelle, cui si riferisce questo breve scritto io finirò colle parole, che il

sig. Dott. Vouga indirizzava ai suoi connazionali in un articolo sulle abitazioni lacustri della Svizzera.

« Les antiquités d'un pays lui appartiennent; ce sont des « actes historiques que l'individu n'a pas le droit d'accaparer « pour orner sa cheminée ou les jeter comme jouets à ses bam- « bins. Aussi j'aime à croire que le public dont cet article au- « rait per attirer l'attention ne profitera des reinsegnements « qu'il contient que dans son interêt même, c'est à dire, en « déposant dans les collections publiques les objets que des pro- « chaines basses d'eau pourraient lui faire découvrir au bord « de nos lais ».



TEORIA DINAMICA DEL CALORICO; MEMORIA DEL DOTT. DOMENICO TURAZZA, MEMBRO EFFETTIVO PENSIONARIO DELL'ISTITUTO VENETO DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI.

(*Estr. dal Vol. VIII. delle Memorie dell' Istituto stesso*).

Una nuova teoria del calorico venne, non è molto, introdotta nella scienza, e attentamente studiata in tutte le sue parti per opera principalmente di Joule, di Thomson, di Rankine, di Clausius e di altri, i quali facendo ingegnosamente concorrere le esperienze e il ragionamento in uno scopo comune giunsero a dare alla teoria medesima il suggello di tutte le prove che valgono a collocarla fra i fatti i più probabilmente avverati. In un' epoca in cui del calorico ci gioviamo al compimento di molteplici e maravigliosi lavori non può non destare la comune attenzione una teoria la quale sola conducendo ad un ragionato uso di questa potentissima fra le naturali forze, può regolarne l'impiego così da crescerne a dismisura il profitto, e da procacciare forse con ciò nuove sorgenti di economia. S'aggiunga la spiegazione e la valutazione di fatti finora oscuri ed incerti,

l' allettamento che viene dal poter abbracciare sotto un solo punto di vista svariati e molteplici fenomeni, svariate ed utilissime applicazioni. Se ciò è, spero di non aver fatto opera del tutto inutile avendo cercato di recare fra noi questa teoria, per quanto più chiaramente io abbia saputo e potuto fare, sperando appunto che l' utilità dell' argomento mi valga a scemare la taccia d' ardire soverchio. Forse oltre l' ordine e il modo della esposizione, oltre la dimostrazione dei teoremi fondamentali null' altro di nuovo si troverà nella Memoria che io sottopongo in oggi, spettabili colleghi, al vostro giudizio; ma se questa esposizione, se le dimostrazioni recate in campo valgono a mettere in maggior luce ed a convalidare la teoria medesima, ancora io crederò di non avere sprecata la mia fatica, e che voi, cortesi, vorrete sapermi grado dell' opera da me posta, forse fra i primi in Italia, in queste ricerche. Per ora io vi presento soltanto la parte comprendente la teoria generale: spero ben presto di assoggettare al vostro esame anche le sue applicazioni, specialmente in ciò tutto che si riporta all' uso del calorico nelle macchine termo-dinamiche, nel che principalmente la nuova teoria differisce in tutto da quanto si è usato di fare fin qui, e per le quali appunto è massima la sua pratica importanza. Vogliate intanto accettare in bene questa mia prima Memoria; egli è solo nel vostro compatimento ch' io potrò trovare l'appoggio che mi abbisogna a progredire nell' opera intrapresa.

NB. Le Memorie dellé quali principalmente mi valsi nello stendere questo scritto sono:

a) *On the Geometrical Representation of the Expansive Action of Heat, and The Theory of Thermo-Dynamic Engines.* — By William John Macquorn Rankine ec. — Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the yiar 1854.

b) *Ueber die bewegende Kraft der Wärme und die Gesetze welche sich darauf für Wärmelehre selbst ableiten lassen.* — Von R. Clausius, Annalen von Poggendorff, 1850 — Band 79.

c) *Ueber eine veränderte form des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie.* — Von R. Clausius — id. Band 93. — 1854.

d) *Ueber die Anwendung der Mechanischen Wärmetheorie auf die Dampfmaschine.* — Von R. Clausius. — id. Band. 97. — 1856.

Le altre Memorie delle quali pure mi sono servito si troveranno notate ai luoghi opportuni.

CAPITOLO I.

Nozioni e principii fondamentali.

1. Senza voler disconoscere gl' immensi vantaggi recati alla scienza dalla vecchia e più comune teoria del calorico, egli è però attualmente impossibile il non andare convinti della necessità di dover porre alla scienza del calorico una base essenzialmente differente, e di dover quindi mutarne del tutto la teoria. La materialità del calorico, che potè sussistere colla teoria finora usata, ed anche colle idee espresse in primo luogo dal Carnot (*Reflexion sur la puissance motrice du feu, et sur les Machines propres à developper cette puissance.* — Paris 1824), è ora costretta a cedere il campo; e con essa dovrebbe pure scomparire anche la sua nomenclatura, la quale è essenzialmente connessa con quella idea fondamentale. Se non che una nuova nomenclatura richiede una nuova ipotesi completa alla quale legandosi possa presentare un' esatta idea dei varii fatti che le nuove denominazioni devono richiamare alla mente. Una tale ipotesi io non credo che sia stata ancora esibita, e quindi nello stato attuale io reputo più conveniente di attenermi alla vecchia nomenclatura, cercando solo di legare alle parole di cui la stessa fa uso le idee che sono più consentanee al nuovo punto di vista sotto del quale noi prendiamo a considerare gli effetti di questa forza meccanica.

2. In faccia al fatto che sfregando ghiaccio con ghiaccio si produce calorico, già Sir Humphry Davy fu condotto a conchiudere che il calórico non esiste; e prima ancora il Loke aveva detto: « il calorico altro non essere che un vivace movimento delle particelle insensibili dei corpi che produce in noi quella sensazione per cui diciamo quei corpi caldi; cosicchè in quanto si riporta alle nostre sensazioni esso è calore, e in quanto si riporta ai corpi altro non è che movimento ».

Ora si considera come assolutamente dimostrato il calorico altro non essere che una *forza viva*, un *lavoro disponibile*; ed è nella trasformazione del calorico in lavoro, e inversamente del

lavoro in calorico che sta riposta l' idea fondamentale della nuova teoria.

Se, per esempio, in un cilindro chiuso, impervio al calorico, entro cui scorra un embolo a tenuta d' aria, siavi racchiusa una certa quantità d' aria, e l' aria stessa si riscaldi fino a data temperatura e poi si lasci espandere, essa caccierà avanti a sè l' embolo vincendo una corrispondente pressione esercitata sull' embolo stesso, e compiendo con ciò un determinato lavoro dinamico; contemporaneamente la sua temperatura si sbasserà perchè la forza viva calorifica, che si manifestava come tale nella proprietà calefacente mostrata dalla così detta temperatura, si va tramutando in lavoro dinamico e passa dallo stato di forza viva in quello di lavoro. Cio fatto se un' esterna pressione applicata all' embolo ricacci l' embolo così da spendere lo stesso lavoro dinamico sviluppato prima dallo espandersi dell' aria, allora l' aria così compressa si riscalderà riprendendo la temperatura di prima, per essersi il lavoro riconvertito in calore ossia in forza viva calefacente.

Dunque egli è il fatto comune della meccanica, cioè della trasformazione della forza viva in lavoro, e del lavoro in forza viva che, riportato al calorico, costituisce la base della presente teoria. È noto in meccanica che la quantità $\frac{1}{2} \cdot \frac{p \cdot v^2}{g}$, o la metà di quello che si dice la forza viva posseduta dal corpo, può essere considerata come l' espressione del lavoro dinamico che può produrre un corpo di massa $\frac{p}{g}$ e dotato di velocità v prima di arrestarsi agendo sopra altri punti materiali per l' effetto della velocità acquistata e fino a che questa velocità sia estinta; e perciò appunto la si dice anche lavoro disponibile racchiuso nel corpo, ed è precisamente perchè in addietro alcuni autori chiamarono *forza* il *lavoro* che alla quantità stessa diedero il nome di *forza viva*, ch' è quanto dire *lavoro disponibile*.

3. Ammesso che il calorico altro non sia che una forma dinamica del lavoro, ne discende che fra lavoro e calorico deve esistere un rapporto come fra causa ed effetto. Sembra che il Mayer nella sua Memoria *Bemerkungen über die Kräfte der*

unbelebten Natur, pubblicata nel Maggio del 1842 negli annali di Wöhler e Liebig sia stato il primo ad accennare un tale rapporto. In seguito numerose esperienze, sulle quali avremo già occasione di ritornare in appresso, misero fuor di dubbio il fatto che la trasformazione del calorico in lavoro, e inversamente del lavoro in calorico avviene sempre con un rapporto costante: quella quantità di calorico ch'è idonea a portare da zero gradi ad un grado centigrado un chilogramma di acqua, convenientemente usata, è idonea a produrre un lavoro dinamico di 424 chilogrammetri; e inversamente un lavoro dinamico di 424 chilogrammetri, opportunamente speso, è atto ad innalzare da zero gradi ad un grado centigrado un chilogramma di acqua, od a produrre un equivalente effetto termico.

Il calorico non è lavoro, nè il lavoro è calorico, come la forza viva non è lavoro, nè il lavoro è forza viva, ma fra una quantità e l'altra vi ha però sempre questa dipendenza che con una determinata quantità di quella forza viva che ci si manifesta per la proprietà calefacente possiamo compiere un determinato lavoro dinamico, e inversamente che spendendo un assegnato lavoro dinamico siamo in grado di sviluppare una quantità di forza viva calefacente pure assegnata. Fra queste due quantità vi ha sempre un costante rapporto, per cui se diciamo Q una certa quantità di forza viva calefacente ed esprimiamo con W la quantità di lavoro dinamico che può essere compiuto colla medesima sarà:

$$\frac{Q}{W} = A$$

essendo A una costante.

La quantità $\frac{1}{A}$ è ciò che si dice l'*equivalente calorifero*.

4. A precisare nettamente il senso e il valore di A osserveremo che, per quanto si è detto precedentemente, il calorico può essere valutato tanto per mezzo di un lavoro dinamico, quanto per mezzo di un determinato effetto calorifico.

Se valutiamo il calorico in lavoro dinamico l'unità di misura sarà il chilogrammetro; se per un effetto calorifico bisognerà fissare esattamente questo effetto, e le circostanze tutte

sotto la cui influenza il detto effetto succede. Parrebbe che l'effetto calorifero il più proprio fosse quello della fusione del ghiaccio, e allora si dovrebbe prendere per unità la quantità di forza viva calefacente che conviene comunicare ad un chilogramma di ghiaccio preso a zero gradi per ridurlo tutto in acqua pure a zero gradi; questo infatti dispenserebbe dal bisogno di considerare la temperatura e di discutere i mezzi con cui si stima la stessa. Siccome però nella stima degli effetti calorifici è invalsa quella particolare unità che si dice *caloria*, così noi pure seguiremo l'uso comune, e prenderemo per unità di forza viva calefacente la quantità di detta forza che bisogna comunicare ad un chilogramma di acqua distillata presa alla temperatura zero e sotto la normale pressione atmosferica, corrispondente a 760 millimetri di mercurio, per portarla alla temperatura di un grado centigrado, misurata col mezzo di un perfetto termometro ad aria atmosferica.

Allora se diciamo W il valore di una data quantità di forza viva calefacente valutata in unità di lavoro, sarà $A.W$ il valore della stessa quantità di calorico valutata invece in calorie; e inversamente se è Q il valore di una data quantità di calorico valutato in calorie, sarà $\frac{1}{A}Q$ il valore della stessa quantità valutata in unità di lavoro.

Fra W ed $A.W$ fra $\frac{1}{A}Q$ e Q, vi ha però la stessa differenza che vi ha fra lavoro e forza viva. La prima delle dette quantità è un lavoro dinamico compiuto, la seconda un lavoro dinamico disponibile; la prima è un lavoro, la seconda una forza viva; però colla prima si può sempre produrre la seconda e inversamente; sono quantità equivalenti che si trasformano esattamente l'una nell'altra.

5. La presenza del calorico in un corpo sotto la sua forma originaria di forza viva calefacente ci è manifestata da una particolare sensazione cui diamo il nome di *temperatura* del corpo, la quale temperatura è anche precisata abbastanza bene da alcuni fenomeni esterni nettamente definiti. Ora è legge costante che nella trasmissione di questa particolar forza viva da un corpo ad un altro essa tende costantemente all'eguaglianza delle

temperature, e che la trasmissione cessa allora che le due temperature sono eguali; di modo ch' egli non è possibile far passare da un corpo ad un altro questa particolare energia sotto la sua forma originaria di forza viva calefacente, di calorico, se non quando siavi una differenza di temperatura fra i due corpi, ossia, come comunemente si dice, se non quando uno dei due corpi sia *caldo*, in confronto dell' altro, che, raffrontato col primo, dicesi *freddo*.

Ciò premesso tutte le volte che avremo occasione di considerare i varii effetti che nascono comunicando ad una sostanza qualunque questa particolare energia sotto la sua forma originaria di forza viva calefacente, cui per semplicità indicheremo anche solo col nome di calorico, diremo *sorgente calorifica*, od anche solo *sorgente* un corpo più caldo della sostanza che si considera, il quale posto in presenza della sostanza medesima, più comunemente in contatto della sostanza, trasmette alla sostanza stessa, o meglio sviluppa nella sostanza questa forza viva; e diremo *scaricatore* un corpo più freddo della sostanza che posto in presenza o in contatto della sostanza serve a sminuire nella sostanza stessa la detta forza comunicandosi al corpo, il quale perciò, con idea abbastanza netta, serve appunto a scaricare la sostanza stessa della forza viva calefacente, del calorico, di cui si trova esser dotata.

Tanto le sorgenti quanto gli scaricatori possono essere alimentati o scaricati da altre sorgenti, da altri scaricatori così da ricevere tanto calorico quanto ne trasmettono e inversamente, e mantenersi con ciò in istato permanente; come possono invece variare col tempo. Possono anche considerarsi così estesi che la quantità di forza viva calefacente che emettono o che ricevono vi arrechi mutamento sensibile, o no. Li diremo *permanenti* nei primi casi, *variabili* negli altri.

6. Comunicando ad una sostanza qualunque una certa quantità di forza viva calefacente, generalmente parlando, si presenta il doppio effetto di un aumento di volume, e di un accrescimento di temperatura. In ciò è necessario distinguere le trasformazioni seguenti:

a) all' aumento di volume di un corpo opponendosi generalmente degli ostacoli esterni, è mestieri spostare questi osta-

coli perchè quell' aumento abbia luogo; è quindi necessario spendere una certa quantità di lavoro dinamico che viene trasmesso agli ostacoli stessi. Una parte dunque del calorico comunicato si trasforma in lavoro, e questa parte è, pel corpo che si considera, consumata e perduta: diremo questo lavoro, *lavoro esterno*. La parte stessa potrà però essere rimessa nel corpo comunicando o trasmettendo nello stesso, con un mezzo a ciò idoneo, il lavoro dispendiato;

b) per l'aumentato volume le particelle del corpo si sono reciprocamente discostate le une dalle altre; nel che fare una certa quantità di forza viva calefacente si è trasformata nel lavoro dinamico necessario a vincere la reciproca attrazione delle molecole, e a spostarle di quanto si sono effettivamente allontanate le une dalle altre, nonchè nel lavoro necessario per muovere tutta la massa delle molecole così da far prendere al corpo il nuovo volume. Questa parte di forza viva comunicata al corpo resta imprigionata nel corpo stesso nel nuovo suo stato, però non più sotto la sua forma originaria, ma invece sotto la forma di un lavoro dinamico. Egli è questo quel lavoro che diremo *lavoro interno*. Anche questa parte potrà trasformarsi in calorico riducendo il corpo, mediante il dispendio di un eguale lavoro esterno, al suo volume di prima;

c) Finalmente una parte del calorico comunicato non ha potuto trasformarsi in lavoro, e questa resta nel corpo sotto la sua forma originaria, serve ad aumentare la temperatura del corpo, e ci si palesa per l'effetto dell' aumentata sensazione del calore. Questa parte resta pure imprigionata nel corpo sotto la forma di forza viva pronta a trasformarsi in lavoro quando le circostanze sieno per permetterglielo: è un lavoro disponibile, come potressimo dire l' altra un calorico disponibile.

Un' idea abbastanza simile di tali trasformazioni si potrebbe avere nel fatto seguente. Si supponga un corpo di data massa e con un mezzo qualunque venga esso slanciato verticalmente dal basso in alto così da imprimere originariamente al medesimo una certa velocità. Durante il suo moto ascensionale la sua velocità va gradatamente diminuendo, e con essa la forza viva attuale posseduta dal corpo. Una parte della forza viva impressa va trasformandosi successivamente nel lavoro

esterno impiegato e speso per allontanare l'aria circostante, e questa è la parte di forza viva impressa trasformata in lavoro esterno e intieramente perduta pel corpo. Una seconda parte della detta forza viva è pure trasformata in lavoro posto in serbo sotto questa forma nel corpo a mano a mano ch' egli si va innalzando, e che verrebbe integralmente restituito dallo stesso discendendo poi dai varii punti di altezza a cui successivamente perviene. Finalmente una terza parte resta sotto forma di forza viva attuale, la quale si manifesta, nella velocità che il corpo possiede effettivamente nei varii istanti; è un lavoro disponibile, del quale ci potressimo giovare per muovere altri corpi.

7. Ogni corpo dunque in qualunque suo stato può essere considerato, se così mi è lecito lo esprimermi, come un magazzino tanto di forza viva calefacente quanto di lavoro, da cui otterremo la prima comprimendolo, il secondo sbassandone la temperatura; è un magazzino di una particolare energia che possiamo cavare a volontà sia sotto la forma di lavoro, sia sotto quella di calore. Non altrimenti noi diciamo un volante essere un magazzino di forza viva, essere un magazzino di lavoro un corpo sollevato ad una certa altezza, ec.

Considerando un corpo qualunque in circostanze pienamente determinate, diremo *calorico attuale totale* del corpo la quantità di forza viva calefacente ch' è racchiusa sotto questa forma nel corpo stesso; e *lavoro interno totale* la quantità di lavoro dinamico che bisognerebbe spendere per portarlo a quella condizione di volume ch' egli ha effettivamente. *Calorico attuale* e *lavoro interno* semplicemente saranno le dette quantità corrispondenti all' unità di massa del corpo.

Come in tutto qui pure noi non possiamo avere che idee relative, e quindi nella considerazione delle predette quantità noi partiremo da uno stato particolare del corpo che si considera, stato che sarà intieramente al nostro arbitrio purchè nettamente definito, e valuteremo le quantità stesse a partire da questo stato particolare; stimando, cioè, l' eccesso del calorico attuale e del lavoro interno sopra il calorico attuale e il lavoro interno che quel corpo possiede nello stato che prendiamo come punto di partenza.

8. Supponiamo di avere una sorgente calorifica permanente, e di porla in contatto con un corpo finito di temperatura minore, il quale possa espandersi liberamente senza che a questo suo espandersi si opponga alcun ostacolo esterno. A cagione della differenza delle temperature si comunicherà forza viva calefacente dalla sorgente al corpo, dove si convertirà parte in lavoro interno per l'aumentato volume, e parte andrà in aumento del suo calorico attuale, e quindi della sua temperatura, spartendosi fra questi due effetti tutta la forza viva comunicata. Così continueranno le cose fino a che sarà passata dalla sorgente nel corpo tanta forza viva che quella che resta nel corpo sotto forma originaria di calorico avrà elevata la temperatura del corpo e fattala eguale a quella della sorgente, e d'allora in poi non vi sarà più alcuna trasmissione di calorico dalla sorgente nel corpo. Nel complessivo fenomeno sarà stata comunicata una certa quantità di forza viva, la quale si sarà spartita nel calorico attuale e nel lavoro interno, e quest' ultima, che si è convertita in lavoro, avrà condotto il corpo ad un nuovo volume nel quale si arresterà, e da cui non potrà allontanarsi che mediante l'applicazione di un lavoro esterno, o per l'introduzione di una nuova forza viva calefacente, o calorico attuale.

Il lavoro interno può essere grandissimo in alcuni corpi in causa della forte attrazione reciproca delle loro minime particelle, può essere piccolissimo in altri: nei primi l'aumento del volume si arresterà ben presto, non si potrà arrestare che ad una grandissima distanza dalla sua condizione originaria nei secondi.

Quando una causa esterna impedisca ad un corpo di accomodarsi a quel particolare volume che gli compete in causa della quantità di forza viva calefacente racchiusa nel corpo stesso, allora il corpo esercita uno sforzo sull'ostacolo che si oppone a ciò, ed è questo sforzo che si dice *tensione* o *forza elastica* del corpo. Egli è appunto mediante un tale sforzo che i corpi si rendono idonei a far lavorare il calorico, e che vengono adoperati come organi operatori, come strumenti dell'azione calorifica.

I solidi e i liquidi, fino a che si conservano in questo sta-

to, appartengono alla prima classe dei corpi sopra accennati; i così detti fluidi elastici, comprensivi i vapori, appartengono alla seconda classe, e perciò appunto sono gli unici usati allo scopo di operare la conversione del calorico in lavoro, potendosi col loro mezzo avere un movimento abbastanza esteso.

9. Se ad un corpo qualunque venga comunicato un dato lavoro dinamico, parte del lavoro stesso per l'intermezzo di quel corpo viene trasmesso ad altri corpi, e se si trasmette integralmente nessuna variazione succede nel corpo trasmettitore; ma se il lavoro comunicato non è tutto trasmesso ad altri corpi, allora il corpo trasmettitore subisce generalmente una variazione di volume ed una variazione di temperatura; cioè quella porzione del lavoro comunicato che, non essendo trasmessa, resta nel corpo, parte si converte in calorico, e parte, modificando l'interno lavoro, serve a operare l'aumento del volume stesso, se il volume si aumenta, o a convertire in calorico la diminuzione del lavoro interno, quando il volume del corpo invece diminuisca. Per esempio il lavoro consumato dall'attrito delle varie parti di una macchina serve a riscaldare le parti stesse; un lavoro speso nell'agitare una massa d'acqua la scalda, e così via. Egli è già da grandissimo tempo che l'attrito è collocato fra le sorgenti di calore; fu il primo mezzo adoperato dagli uomini a procacciarsi quell'altra sorgente calorifica ch'è la combustione, e forse Rumford pel primo sospettò un costante rapporto numerico fra questi due fatti.

10. Supponiamo che una particolare sostanza qualunque venga usata come strumento della conversione del calorico in lavoro, e supponiamo che mentre opera la sostanza stessa si conoscano le variazioni che subisce il suo volume e la sua forza elastica o tensione; egli è evidente che potremo rappresentare geometricamente le predette variazioni mediante una curva riferita, p. e., a due assi ortogonali delle x e delle y, assumendo le ascisse x a rappresentare i volumi, e le y a rappresentare le corrispondenti tensioni. Una curva così definita sarà da noi denominata *curva dell'energia*; così, per e. (*Tav. V. fig.* 2.), se ABC è una data curva d'energia, le ordinate aA; bB; cC rappresentano le tensioni della sostanza operante quando i suoi volumi sono rispettivamente Oa; Ob; Oc, ec. Tale è la curva

tracciata dall' indicatore di *Watt*, notissimo strumento ordinato á dare le effettive tensioni del vapore durante un' intera corsa dell' embolo nelle ordinarie macchie a vapore.

La forza elastica o tensione di una sostanza qualunque non dipendendo unicamente dal suo volume, ma ancora dalla sua massa e dal suo calorico attuale, e la curva dell' energia non stabilendo che una relazione fra la tensione e il volume, la stessa curva d' energia può competere a quella qualunque sostanza che più ci piaccia di scegliere, purchè possa assumere i medesimi volumi, ed è per conseguenza indipendente dalla natura della sostanza operante: un medesimo diagramma può aversi da un indicatore sia che operi il vapore dell' acqua, sia che lavori l' aria riscaldata od altro.

11. Se l' ostacolo esterno contro cui si esercita la tensione di una sostanza qualunque può cedere all' azione di detta forza, allora si effettuerà un certo lavoro dinamico, e per l' intermezzo della sostanza una parte del calorico o comunicato alla sostanza o posseduto dalla sostanza stessa si convertirà in lavoro esterno. Per fissar meglio le idee noi supporremo che l' ostacolo esterno sia una pressione uniformemente distribuita sopra tutta la superficie della sostanza operante, ed eguale in ogni suo punto ed in ogni istante alla tensione della sostanza stessa: se allora diciamo p la pressione esterna vinta dalla sostanza operante, o la tensione della sostanza stessa, quando il suo volume è v, e se immaginiamo che la sostanza passi dal volume v_0 al volume v_1 sarà:

$$\int_{v_0}^{v_1} p dv$$

il lavoro dinamico esterno compiuto dalla sostanza durante questo passaggio dal volume v_0 al volume v_1; e per la fatta supposizione, se è $Oa = v_0$; $Oc = v_1$ (*fig.* 2.) e se ABC rappresenta la curva dell' energia, che nel nostro caso rappresenta anche la legge con cui varia l' esterna pressione al variar del volume, un tale lavoro sarà rappresentato geometricamente dall' area *a*AC*c* compresa fra la curva dell' energia, l' asse x, e le due ordinate corrispondenti ai volumi originario e finale della sostanza.

L' area *aACc* che in tal caso rappresenta il lavoro esterno, moltiplicata per A (§ 3), rappresenta pure la quantità di forza viva calefacente che per l'intermezzo della sostanza stessa si è convertita in lavoro esterno, e gli è per conseguenza proporzionale.

Nel caso ora supposto la curva dell'energia è anche la curva del lavoro esterno, o la curva della conversione della forza viva calefacente in esterno lavoro.

12. Potrebbe succedere che lo sforzo che gli ostacoli esterni oppongono al dilatarsi della sostanza operante fosse minore della tensione o forza elastica della sostanza stessa; allora non tutto il lavoro rappresentato dalla predetta area della curva dell'energia è il lavoro esterno effettivamente compiuto; una parte rappresenta invece il lavoro esterno disponibile, il quale o resta negli ostacoli esterni sotto forma di forza viva ordinaria, od anche nella stessa sostanza operante e sotto la stessa forma di forza viva ordinaria nella velocità che acquistano le varie molecole della sostanza medesima. Quest' ultima parte, nell'estinguersi della velocità delle molecole pel reciproco attrito, viene poi riconvertita in calorico e restituita sotto questa forma nella stessa sostanza; così, per esempio, se si pongano in comunicazione due vasi l'uno vuoto l'altro ripieno d'aria a data temperatura e tensione, e si lasci precipitare liberamente l'aria da questo nel primo, tutto il calorico speso nell'imprimere alle molecole d'aria la forza viva di cui sono dotate durante il loro movimento viene restituito per l'attrito nell'estinguersi della detta forza viva; motivo per cui la temperatura finale non riesce infine sbassata se non di quella minima parte che corrisponde all'interno lavoro, che in questo caso è pressochè insensibile, come infatti è comprovato dall'esperienza. (Veggasi Joule — *On the changes of temperature produced by the rarefaction and condensation of air.* — Philosophical Magazine — third Series — Vol. 26 N.° 174).

13. Se una sostanza qualunque in un suo determinato stato di volume, di calorico attuale e di tensione venga sottratta da ogni comunicazione con altri corpi dai quali possa ricevere o verso cui possa emettere calorico, e che perciò i lavori esterno ed interno sviluppati per la sua dilatazione sieno unicamente

dovuti alla trasformazione del suo calorico attuale in lavoro, e venga contrapposta sempre una pressione esterna eguale in ogni istante alla sua forza elastica, allora la corrispondente curva dell'energia, ossia la curva che rappresenta la legge che in tal condizione lega il volume alla tensione sarà da noi chiamata *curva di nessuna trasmissione.*

Se invece la detta sostanza sia posta in comunicazione con un' idonea sorgente calorifica, e si lasci espandere contrapponendovi sempre una pressione eguale alla sua forza elastica, e riceva dalla sorgente unicamente tanto calorico quanto viene convertito nel lavoro interno e nel lavoro esterno, cosicchè il suo calorico attuale rimanga costante, allora la curva che lega la forza elastica della sostanza al corrispondente volume, ossia la curva dell'energia corrispondente a questo caso sarà da noi distinta colla denominazione di *curva di egual calorico attuale,* od anche *curva isotermica.*

Per le condizioni poste è facile lo scorgere che tanto le curve di nessuna trasmissione quanto le curve isotermiche dipendono dalla natura della sostanza, e che possono variare non solo nelle costanti, ma anche di natura col variare della sostanza medesima.

14. Pel §. 8 e per quanto ci insegna l'esperienza la tensione di una sostanza qualunque diminuisce successivamente a mano a mano che aumenta il suo volume senza che muti il calorico attuale così da diventare piccolissima e insensibile per un corrispondente volume, ch'è grande per alcuni corpi e piccolo per altri. Discende da ciò che le curve di egual calorico attuale si stringono tutte all'asse delle x come ad assintoto col quale convergono più o meno rapidamente secondo la varia natura della sostanza.

Anche le curve di nessuna trasmissione si stringono assintoticamente all'asse delle x. Infatti a mano a mano che aumenta il volume, il lavoro interno ed il lavoro esterno vanno insieme crescendo, e quindi va successivamente diminuendo la quantità di calorico attuale contenuto nella sostanza, il quale sarà ormai diventato piccolissimo per x abbastanza graade; e siccome al diminuire del calorico attuale diminuisce la tensione della sostanza, la quale diminuisce ancora per l'aumentare del

volume, così essa si farà piccolissima per x grande e convergerà verso zero all' aumentare indefinito della x.

È anche facile lo scorgere che le curve di nessuna trasmissione devono convergere verso l' asse delle x assai più celeremente delle curve isotermiche.

15. Sotto l' aspetto dell' uso che si può fare delle varie sostanze a trasmettere l' azione del calorico, o meglio a convertire il calorico in lavoro, le sostanze devonsi distinguere in *omogenee* ed in *eterogenee*: si devono considerare *omogenee* le sostanze quando tutte le minime parti in cui possono essere suddivise hanno tutte egual peso specifico, eguali capacità calorifiche, ossia quando sieno tutte tali che agendo sopra ciascuna un' eguale quantità di calorico produca eguali effetti. Tali sarebbero un qualunque gas, il perfetto miscuglio di due o più gas come l' aria atmosferica; un miscuglio d' aria e vapore di acqua; di vapore d' acqua e di minime goccie d' acqua liquida purchè queste sieno egualmente disseminate per tutta la massa del vapore ec. Sono da considerarsi come *eterogenee* le sostanze quando risultano dall' unione di varii ingredienti ognuno dei quali occupa uno spazio di sensibile grandezza, e per ognuno dei quali è differente il peso specifico, la capacità calorifica, ec., tale sarebbe il caso, p. e., di acqua e vapore di acqua come si trovano nelle caldaje di una macchina a vapore, ec.

CAPITOLO II.

Teoremi fondamentali relativi alle sostanze omogenee.

16. *Teorema I.* Se una sostanza omogenea qualunque mediante l' azione di una certa quantità di calorico passa da una data condizione di volume e forza elastica, ad un' altra condizione pur data, il calorico assorbito della sostanza è proporzionale all'area compresa fra la corrispondente curva dell'energia e le curve di nessuna trasmissione passanti pei punti estremi della curva dell' energia ed estese all' infinito.

Sia ACB (*fig.* 3.) la curva dell' energia mentre la sostanza passa dalla sua condizione corrispondente al punto A a quella che corrisponde al punto B mediante l' assorbimento di calo-

rico da una sorgente variabile con cui venga posta in comunicazione, e sieno AEN, BDM le due linee di nessuna trasmissione passanti pei punti estremi A e B della curva dell'energia. La quantità di calorico assorbita dalla sostanza, pel principio fondamentale, sarà proporzionale al lavoro esterno compiuto durante il suo passaggio dalla sua condizione originaria alla finale, più al lavoro interno, a cui poi si dovrà aggiungere quella parte di calorico che serve ad aumento del calorico attuale della sostanza, o sottrarvi quella che corrisponde alla diminuzione del suo calorico attuale, secondo che questa quantità riesce aumentata o diminuita. Si immagini che la sostanza passi pel ciclo delle operazioni seguenti: essendo O*a* il suo volume originario ed A*a* la sua originaria tensione, pongasi in comunicazione colla sorgente calorifica dalla quale assorbendo la necessaria quantità di calorico passi, pei varii stadii di volumi e tensioni segnati dalla curva dell'energia ACB, alla condizione corrispondente al punto B. Pervenuta al volume O*b* ed alla tensione B*b* si supponga tolta la sorgente calorifica e si lasci espandere la sostanza, contrapponendovi sempre una corrispondente pressione esterna, fino a che il suo volume è diventato p. e. O*d*; allora la sostanza si espanderà secondo la linea di nessuna trasmissione BD passante per B, e non si avrà che trasformazione del calorico attuale in lavoro. Pervenuta la sostanza nella condizione corrispondente al punto D, mantenendo costante il volume, si ponga in comunicazione con uno scaricatore fino a che acquisti la tensione *d*E che corrisponde al punto E della curva di nessuna trasmissione passante per A, durante il quale ultimo stadio vi sarà sottrazione di calorico dalla sostanza. Ciò fatto si tolga la sostanza all'azione dello scaricatore e mediante un esterno lavoro si comprima fino a che il suo volume sia diventato il volume originario O*a*, essa percorrerà la successione di volumi e tensioni corrispondenti alla curva di nessuna trasmissione EA passante per A, e giunta al volume O*a* riprenderà la tensione primitiva *a*A, e siccome tutto è ricondotto nella condizione originaria, così avrà anche ripreso il calorico attuale che aveva all'origine, e si sarà annullato tutto il lavoro interno. Compiuto il precedente ciclo di operazioni, non essendo variato il calorico attuale ed essendosi annullato l'in-

terno lavoro, tutto il calorico assorbito diminuito di quello che si è dovuto sottrarre per ridurre la tensione della sostanza operante dal valore *d*D al valore *d*E si sarà convertito soltanto in lavoro esterno, cioè nel lavoro esterno dovuto alla espansione meno quello speso nella compressione, il quale è rappresentato dalla differenza delle due aree *a*ACBD*d* e *d*EA*a*, cioè dall' area

ACBDEA

la quale perciò sarà proporzionale alla differenza fra le due quantità di calorico assorbito e scaricato nell' accennato ciclo di operazioni. Ora quanto più lontano si prenda il punto D e tanto più vicini saranno i punti D ed E, e quindi sarà tanto più piccola la quantità di calorico che dev' essere sottratta per passare dall' una all' altra delle due curve di nessuna trasmissione passanti per B e per A; se prenderemo quindi il punto D a distanza infinita, le due curve coincidendo, la quantità di calorico sottratta sarà nulla, e il calorico assorbito dalla sostanza sarà proporzionale all' area

NACBM

infinitamente prolungata, come si era proposto.

Se la sostanza fosse stata originariamente nella condizione corrispondente al punto B e, postala in comunicazione con uno scaricatore variabile, venisse mediante un lavoro esterno condotta, secondo il ciclo di volumi e tensioni corrispondenti alla curva dell' energia BCA, alla condizione ch' è rappresentata dal punto A, allora durante questo passaggio la sostanza scaricherebbe una quantità di calorico proporzionale egualmente all' area NACBM, e la dimostrazione si potrà condurre nella stessa maniera precedente.

L' area NACBM infinitamente prolungata, come proporzionale alla quantità di calorico assorbita o scaricata dalla sostanza nel suo passaggio pei varii stadii di volumi e tensioni corrispondenti alla curva d' energia ACB, potrà servire a rappresentare la quantità stessa, e per semplicità noi la diremo l' *equivalente* della quantità corrispondente di calorico, come l' area *a*AB*b* è l' *equivalente* del lavoro esterno sviluppato.

17. *Corollario.* La differenza fra l'equivalente del calorico assorbito o scaricato da una sostanza durante il suo passaggio da una data condizione ad un' altra pur data e l'equivalente del lavoro esterno sviluppato dalla sostanza, o speso durante il passaggio medesimo è indipendente dalla natura della curva dell' energia, cioè dalla natura del processo seguito, e dipende solo dalle condizioni ai limiti e dalla natura delle curve di nessuna trasmissione spettanti alla sostanza operante.

Infatti l'equivalente del calorico assorbito essendo l'area NACBM, e quello del lavoro esterno l'area $a\mathrm{AB}b$, la detta differenza sarà

$$\mathrm{NACBM} - a\mathrm{AB}b = b\mathrm{BM} - a\mathrm{AN}$$

la quale ultima espressione è indipendente dalla curva ACB e dipende solo dai due punti A e B e dalle due linee AEN, BDM.

18. *Teorema II.* Se una sostanza qualunque, mediante l'assorbimento di una certa quantità di calorico da una sorgente, la successiva emissione di un' altra quantità di calorico in uno scaricatore, passa per varie condizioni così da riprendere al termine del processo lo stato di prima, l'equivalente del calorico effettivamente scomparso, ossia della differenza fra il calorico assorbito e il calorico scaricato, eguaglia l'equivalente del lavoro esterno compiuto; è indipendente dalla natura della sostanza; e dipende solo dalla natura della relativa curva dell' energia.

(continua)

FINE DEL VOLUME XI.

INDICE

MEMORIE ORIGINALI

TRADUZIONI ED ESTRATTI



INDICE

DEI CAPITOLI E DEGLI ARTICOLI

DELLA NUOVA TEORIA DEGLI STROMENTI OTTICI

INSERITA NEGLI APPRESSO VOLUMI

DI QUESTO GIORNALE



Volume VI.

PARTE PRIMA

ANALISI DEL CORSO DI UN RAGGIO DI LUCE CHE ATTRAVERSA UNO STROMENTO OTTICO.

PARTE SECONDA

PRIMA APPROSSIMAZIONE.

Volume VII.

PARTE TERZA

SECONDA APPROSSIMAZIONE.

Volume VIII.

Volume IX.

PARTE QUARTA

ESEMPII DI CALCOLO DI LENTI APLANATICHE.

Volume X.

TAVOLE

PER DEDURRE CON SEMPLICI INTERPOLAZIONI I RAGGI DI CURVATURA DI UN OBBIETTIVO APLANATICO COMPOSTO DI TRE LENTI A CONTATTO, LA PRIMA E LA TERZA DI ESSE ESSENDO FATTE DI UNA MEDESIMA QUALITA' DI CRISTALLO, DATI CHE SIANO I POTERI RIFRANGENTI E DISPERSIVI DELLE SOSTANZE IMPIEGATE; DEL DOTT. ANGELO FORTI.



Pag.	lin.	ERRORI	CORREZIONI
44	27	dalle (10) del Capitolo I	dalle (1) e (2) del Capitolo III
80	24	di second' ordine e siano trascurabili	di prim' ordine ed i loro quadrati trascurabili
87	3	$\frac{\varphi_1{}^2 h_1}{1-\varphi_1 h_1}$	$\frac{\varphi_1{}^2 h_1}{v_1\,(1-\varphi_1 h_1}$
104	22	$l = \left\{ 1 \text{ ec.} \right\}$	$1 = - \left\{ 1 \text{ ec.} \right\}$
104	22	di tali trasporti	di tali trasporti degli oggetti
133	12	(26)	$(26)_1$
157	ult.	$\frac{1}{\rho_1 H_0}\left(1+\frac{\rho_1}{H_0}\right)$	$\frac{1}{\rho_1 H_0}\left(1-\frac{\rho_1}{H_0}\right)$
173	13	. . . .	poni (θ) avanti all' equazione
262	3	$\frac{1}{v_n f_{\frac{1}{2}}}$	$\frac{1}{v_n f_{\frac{n}{2}}}$

Fig. 1.

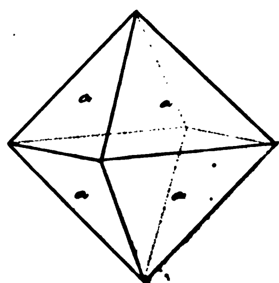


Fig. 2.

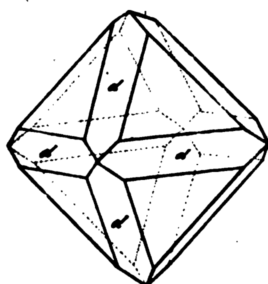


Fig 3.

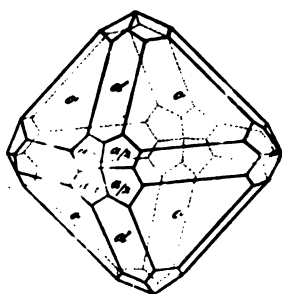
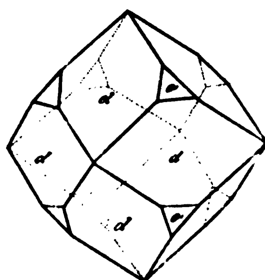
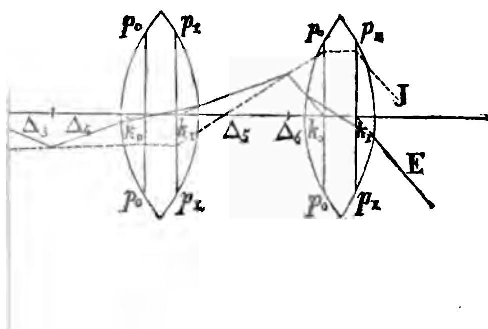
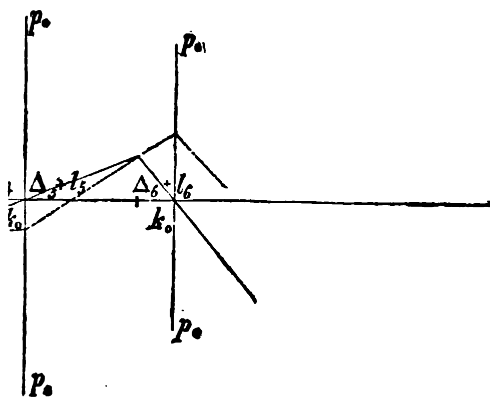


Fig. 4.





p_o
p_1
p_o
p_2
J
Δ_3
Δ_4
k_o
k_1
Δ_5
Δ_6
k_o
k_1
E
p_o
p_1
p_o
p_2



p_o
p_{o1}
Δ_3
l_5
Δ_6
l_6
l_o
k_o
p_o
p_o

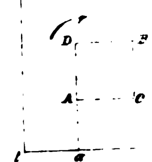


Fig. 1.

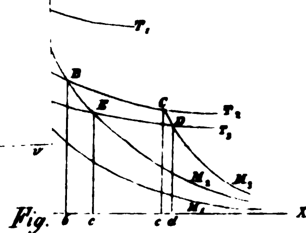


Fig. 5.

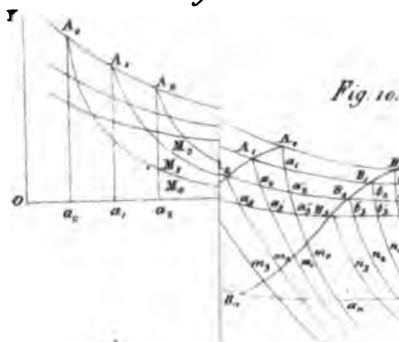


Fig. 10.



Fig. 14.

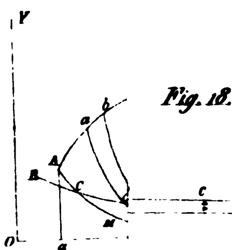


Fig. 18.

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

DIRETTORI

C. MATTEUCCI, R. PIRIA, G. MENEGHINI

COLLABORATORI

S. CANNIZZARO, F. DE FILIPPI, S. DE LUCA
G. B. DONATI, R. FELICI, G. GOVI, L. PACINOTTI
P. E P. SAVI, Q. SELLA, C. STUDIATI

COLLABORATORE E REVISORE
A. FORTI

Tomo XI.

GENNAJO E FEBBRAJO
(Pubblicato il 5 Aprile 1860)

1860

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO IL TIPOGRAFO-LIBRAIO
F. PIERACCINI

INDICE

MEMORIE ORIGINALI

TRADUZIONI ED ESTRATTI

PATTI D'ASSOCIAZIONE



1° Del Nuovo Cimento si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, corredati di un' indice.

3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di Novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4° Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per la Toscana franco fino al destino.	Lire Italiane 16. 80
Per il Regno delle due Sicilie Ducati 5, pari a	» 20. —
Per il Piemonte, il Regno Lombardo-Veneto, lo Stato Pontificio ed i Ducati di Parma e di Modena, franco fino al destino	» 20 —
Per gli altri Stati fuori d'Italia, franco fino al destino . . .	» 25 —

5° Le Associazioni sono obbligatorie per un anno, ma il pagamento dovrà farsi per semestri anticipati, cioè una metà a tutto Gennajo, ed un'altra a tutto Luglio di ciascun anno.

6° Gli Associati che pagheranno anticipatamente l'intiera annata, godranno d'un ribasso del 5 per 100 sul prezzo precedentemente stabilito.

7° Un egual ribasso sarà accordato a quelli che faranno pervenire direttamente ed a proprie spese, il prezzo d'associazione alla Direzione del Giornale.

8° Finalmente gli Associati che adempiranno tanto all'una, quanto all'altra condizione, rimettendo alla Direzione del Giornale, franco di spese, il prezzo anticipato d'una intiera annata, godranno de' due vantaggi riuniti, e sono autorizzati a prelevare il 10 per 100 sul prezzo di associazione.

La compilazione del Nuovo Cimento si fa a Torino ed a Pisa nel tempo stesso, dal Prof. R. Piria per la Chimica e le Scienze affini alla Chimica; dal Prof. C. Matteucci per la Fisica e per le Scienze affini alla Fisica. L'amministrazione, la stampa e la spedizione sono affidate alla Tipografia Pieraccini a Pisa. *Giuseppe Frediani* è il Gerente.

Per conseguenza le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti, ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del Giornale dovranno esser dirette, *franche di Posta*, a Pisa — Al Gerente *G. Frediani — Tipografia Pieraccini*.

Le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici ed altri stampati riguardanti la Chimica dovranno dirigersi, *franchi di Posta*, a Torino — *Al Prof.* R. Piria.

Finalmente le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici e gli altri stampati di argomento spettante alla Fisica dovranno essere diretti, *franchi di Posta*, a Pisa — *Al Prof.* C. Matteucci.

Le associazioni si ricevono dai seguenti

Torino — G. B. Paravia e Comp.
Firenze — G. P. Vieusseux.
Pietrasanta — Fratelli Bartalini.
Roma — Gio. Francesco Ferrini.
Bologna — Marsigli e Rocchi.
Modena — Carlo Vincenzi.
Reggio di Modena — Stefano Calderini.
Parma — Giovanni Adorni.
Milano — Gaetano Brigola.
Venezia — Gaetano Brigola
Trieste — Colombo Coen.
Napoli — Giuseppe Dura, Strada di Chiaja N. 10.
Messina — Antonio di Stefano.
Parigi — Mallet-Bachelier, Quai des Augustins, 55.
Vienna — Braumüller.
